Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP.

Solicitud de Estudio de Mercado para la Consultoría orientada a la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.

Objeto del estudio:

Identificación, caracterización y análisis del mercado potencial de consultores especializados para la estructuración de alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público, incorporando modernización tecnológica, alumbrado inteligente, eficiencia energética, Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) e infraestructura multipropósito, sin definición previa del modelo definitivo.

Entidad responsable de la elaboración:

Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP.

Dependencia líder:

Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP de la UAESP.

Bogotá D.C., República de Colombia; 19 de enero de 2026

SOLICITUD ESTUDIO DE MERCADO
Consultoría para la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP
Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP

ÍNDICE GENERAL

Glosario técnico y definiciones operativas
Siglas y abreviaturas
Resumen ejecutivo

1. CONTEXTO ESTRATÉGICO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.

1.1 El alumbrado público como servicio público esencial en la ciudad
1.2 Rol del alumbrado público en seguridad, movilidad, espacio público y calidad de vida
1.3 Diagnóstico institucional y operativo del esquema vigente de prestación
1.4 Evolución histórica y retos estructurales del servicio de alumbrado público en Bogotá
1.5 El alumbrado público como infraestructura urbana estratégica
1.6 Límites conceptuales entre el servicio público de alumbrado y los usos complementarios de su infraestructura

2. OBJETO, FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Objeto del estudio de mercado
2.2 Finalidad institucional, estratégica y contractual del estudio
2.3 Delimitación entre el estudio de mercado y la futura consultoría a contratar
2.4 Justificación técnica, jurídica, económica y tecnológica
2.5 Principios rectores del estudio
  2.5.1 Principio de separación funcional y jurídica del servicio público de alumbrado
  2.5.2 Principio de neutralidad tecnológica
  2.5.3 Principio de sostenibilidad del servicio público
  2.5.4 Principio de no dependencia financiera de usos complementarios

3. ALCANCE DE LA CONSULTORÍA A CONTRATAR

3.1 Alcance general de la consultoría
3.2 Componentes obligatorios de análisis
  3.2.1 Componente jurídico–institucional del servicio de alumbrado público
  3.2.2 Componente técnico–operativo del servicio de alumbrado público
  3.2.3 Componente económico–financiero del servicio de alumbrado público
  3.2.4 Componente tecnológico habilitante
  3.2.5 Articulación con el Estudio Técnico de Referencia (ETR)

3.3 Productos mínimos esperados de la consultoría
3.4 Análisis multicriterio integral
3.5 Propuesta detallada de alternativas de modelo
3.6 Condiciones de calidad, verificabilidad y replicabilidad de los productos
3.7 Plazo estimado de ejecución de la consultoría

4. PERFILES PROFESIONALES REQUERIDOS

4.1 Equipo mínimo de la consultoría
4.2 Perfiles especializados requeridos
4.3 Perfiles asociados a tecnología, FNCER e IA
4.4 Roles y dedicaciones
4.5 Requisitos de experiencia y formación

5. EFICIENCIA ENERGÉTICA, TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y FNCER

5.1 Eficiencia energética aplicada al servicio de alumbrado público
5.2 Modernización tecnológica y reducción de OPEX
5.3 Alumbrado público solar y soluciones FNCER
4.4 Viabilidad técnica y operativa de soluciones FNCER
5.5 Integración de FNCER sin afectación del régimen del servicio público

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

6.1 Riesgos asociados al servicio público de alumbrado
6.2 Riesgos técnicos, jurídicos y financieros
6.3 Riesgos asociados a usos complementarios
6.4 Riesgos de ciberseguridad y gestión de datos
6.5 Estrategias de mitigación y asignación de riesgos

7. CONCLUSIONES ESTRATÉGICAS

7.1 Matriz DOFA del servicio de alumbrado público y de los modelos de prestación **evaluados**
7.2 Síntesis de escenarios viables
7.3 Recomendaciones estratégicas para la toma de decisiones
7.4 Hoja de ruta para la estructuración del nuevo modelo

GLOSARIO TÉCNICO Y DEFINICIONES OPERATIVAS

Para efectos del presente Estudio de Mercado Oficial, los términos que se relacionan a continuación tendrán el significado que aquí se les asigna, el cual se adopta con alcance operativo, técnico y metodológico, exclusivamente para la correcta interpretación del documento, sin perjuicio de las definiciones legales o reglamentarias vigentes que resulten aplicables.

Alumbrado público: Servicio público esencial que comprende el diseño, suministro, instalación, operación, mantenimiento, reposición y expansión de los sistemas de iluminación del espacio público, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de visibilidad, seguridad, movilidad y uso del espacio urbano, conforme al marco normativo, técnico y regulatorio aplicable.

Servicio de alumbrado público: Conjunto de actividades técnicas, operativas, administrativas y financieras orientadas a la prestación continua, eficiente y segura del servicio de alumbrado público, bajo un régimen jurídico propio, con obligaciones específicas de calidad, cobertura, continuidad y sostenibilidad, independiente de cualquier uso accesorio de su infraestructura.

Infraestructura de alumbrado público: Conjunto de activos físicos y tecnológicos afectos a la prestación del servicio público de alumbrado público, incluyendo, entre otros, luminarias, postes, redes eléctricas, sistemas de control, equipos de telegestión y demás elementos necesarios para la operación del servicio.

Usos complementarios de la infraestructura de alumbrado público: Aprovechamientos accesorios, subordinados y no esenciales del servicio público, que pueden soportarse sobre la infraestructura física o digital del alumbrado público, siempre que no alteren su naturaleza jurídica, no comprometan la continuidad, calidad o seguridad del servicio, ni generen dependencia funcional o financiera del mismo.

Infraestructura multipropósito: Condición de la infraestructura de alumbrado público que permite, bajo criterios técnicos, jurídicos y operativos definidos, soportar servicios o tecnologías adicionales al servicio de iluminación, sin que ello implique modificación de la finalidad principal del servicio público.

Alumbrado inteligente (Smart Lighting): Sistema de alumbrado público que incorpora tecnologías de control, monitoreo y gestión avanzada, permitiendo la regulación de niveles de iluminación, la detección de fallas, la optimización del consumo energético y la integración con plataformas de gestión urbana.

Telegestión: Sistema de supervisión y control remoto del alumbrado público que permite la operación, monitoreo y gestión en tiempo real o diferido de los activos del servicio, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y garantizar niveles de servicio.

Telemedición: Capacidad de capturar, transmitir, procesar y analizar datos de consumo energético de forma remota mediante contadores inteligentes, permitiendo una monitorización detallada y la automatización de la lectura, crucial para la facturación y gestión eficiente de la energía.

Equipo de medida o medidor: Dispositivo destinado a la medición o registro del consumo o de las transferencias de energía

Internet de las Cosas (IoT): Ecosistema de dispositivos, sensores, redes de comunicación y plataformas tecnológicas que permiten la captura, transmisión, procesamiento y análisis de datos generados por activos físicos, con fines de monitoreo, control y toma de decisiones.

Arquitectura IoT: Diseño estructurado de componentes físicos, lógicos y de comunicaciones que conforman un sistema IoT, incluyendo dispositivos, protocolos, plataformas, almacenamiento, analítica y mecanismos de seguridad.

Interoperabilidad urbana: Capacidad de los sistemas tecnológicos urbanos para intercambiar información y operar de manera coordinada, mediante estándares técnicos y de datos que permitan la integración entre diferentes plataformas y sectores de la ciudad.

Ciberseguridad: Conjunto de políticas, procesos, tecnologías y controles destinados a proteger los sistemas, redes, dispositivos y datos asociados al servicio de alumbrado público y a los usos complementarios de su infraestructura, frente a amenazas, accesos no autorizados o incidentes de seguridad.

Gobierno del dato: Modelo de políticas, roles, procesos y controles que regulan la gestión de los datos generados por el servicio de alumbrado público y por los usos complementarios de su infraestructura, incluyendo su propiedad, acceso, calidad, seguridad, uso y aprovechamiento.

Eficiencia energética: Optimización del uso de la energía en la prestación del servicio de alumbrado público, mediante la adopción de tecnologías, prácticas operativas y modelos de gestión que reduzcan el consumo energético sin afectar la calidad del servicio.

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER): Fuentes de energía renovable definidas en el marco normativo colombiano, tales como la energía solar, eólica u otras, aplicables al servicio de alumbrado público en condiciones técnicas y operativas específicas.

Alumbrado público solar: Modalidad de prestación del servicio de alumbrado público que utiliza energía solar, total o parcialmente, como fuente de alimentación, generalmente apoyada en sistemas de almacenamiento, y aplicable a contextos urbanos o rurales específicos.

Modelo de prestación del servicio: Estructura jurídica, técnica, operativa y financiera mediante la cual se organiza la prestación del servicio público de alumbrado público, incluyendo la asignación de roles, responsabilidades, riesgos y mecanismos de remuneración.

Escenario contractual: Configuración específica de instrumentos contractuales mediante los cuales se delega o gestiona la prestación del servicio de alumbrado público y, en su caso, los usos complementarios de su infraestructura, sin que ello implique definición anticipada de un modelo definitivo.

Análisis multicriterio: Herramienta metodológica que permite evaluar alternativas de modelo a partir de múltiples criterios técnicos, jurídicos, económicos, financieros, sociales y ambientales, con ponderaciones explícitas y trazabilidad de resultados.

Sostenibilidad financiera del servicio: Capacidad del servicio público de alumbrado público para cubrir sus costos de inversión, operación y mantenimiento con fuentes de financiación propias y estables, sin depender de ingresos derivados de usos complementarios.

Las definiciones contenidas en este glosario se adoptan con fines interpretativos y metodológicos, y constituyen un marco conceptual obligatorio para la lectura y desarrollo del presente Estudio de Mercado Oficial, garantizando coherencia interna, precisión técnica y separación conceptual entre el servicio público de alumbrado público y los usos complementarios de su infraestructura.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Para efectos del presente Estudio de Mercado Oficial, las siglas y abreviaturas que se relacionan a continuación se emplean con el significado indicado, el cual deberá entenderse de manera uniforme a lo largo de todo el documento.

Sigla / Abreviatura	Significado
AP	Alumbrado Público
APP	Asociación Público-Privada
BIC	Bien de Interés Cultural
CAPEX	Capital Expenditure – Inversión de capital
CPACA	Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo
D.C.	Distrito Capital

DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ESCO	Energy Service Company (Empresa de Servicios Energéticos)
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
GIS	Geographic Information System – Sistema de Información Geográfica
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet of Things – Internet de las Cosas
IP	Internet Protocol
ITS	Intelligent Transportation Systems – Sistemas Inteligentes de Transporte
KPI	Key Performance Indicator – Indicador Clave de Desempeño
LED	Light Emitting Diode – Diodo Emisor de Luz
NOC	Network Operations Center – Centro de Operaciones de Red
O&M	Operation and Maintenance – Operación y Mantenimiento
OPEX	Operational Expenditure – Gasto Operativo
OT	Operational Technology – Tecnología Operacional
PDD	Plan Distrital de Desarrollo
PEMP	Plan Especial de Manejo y Protección
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
RCE	Responsabilidad Civil Extracontractual
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
SECOP	Sistema Electrónico para la Contratación Pública
SLA	Service Level Agreement – Acuerdo de Nivel de Servicio
SOC	Security Operations Center – Centro de Operaciones de Seguridad
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TRM	Tasa Representativa del Mercado
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
WACC	Weighted Average Cost of Capital – Costo Promedio Ponderado de Capital

Las siglas y abreviaturas aquí definidas se emplean con fines técnicos y metodológicos, y deberán entenderse conforme a su definición en el presente numeral y en el glosario técnico, garantizando coherencia terminológica y precisión conceptual en todo el Estudio de Mercado Oficial.

SOLICITUD ESTUDIO DE MERCADO

Consultoría para la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP
Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP

RESUMEN EJECUTIVO (ESTUDIO DE MERCADO)

La UAESP, en ejercicio de las competencias que le asisten en materia de planeación, gestión y estructuración de la prestación del servicio público de alumbrado público en la ciudad de Bogotá D.C., invita a las personas naturales o jurídicas, universidades, centros de investigación, firmas consultoras, consorcios o uniones temporales con experiencia e interés en la materia, a presentar insumos, aproximaciones técnicas y propuestas conceptuales en el marco del presente ejercicio de estudio de mercado, cuyo propósito es recopilar información relevante que sirva de soporte para la estructuración de un eventual proceso de selección de una consultoría especializada orientada a identificar el modelo más adecuado para la prestación de dicho servicio en el Distrito Capital.

El servicio de alumbrado público se considera un servicio público fundamental, cuya organización, prestación y aseguramiento corresponde a las entidades territoriales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales. En el caso de Bogotá D.C., dicha competencia se ejerce de manera directa por el Distrito, a través de las entidades que tengan a su cargo la planeación, regulación operativa y contractual del servicio, bajo criterios de eficiencia, continuidad, calidad, sostenibilidad financiera y protección del interés general.

En desarrollo de estas competencias, el Distrito Capital ha contado históricamente con esquemas contractuales de largo plazo para garantizar la prestación del servicio de alumbrado público. En particular, desde el año 1997 se celebró un convenio interadministrativo con la empresa Empresa de Energía de Bogotá (hoy ENEL Colombia), el cual ha sido objeto de diversas modificaciones, adiciones y ajustes a lo largo del tiempo, con el fin de asegurar la continuidad del servicio y atender las necesidades operativas, tecnológicas y financieras propias de la evolución del sistema de alumbrado público de la ciudad.

No obstante, los cambios normativos, tecnológicos, financieros y de política pública que han tenido lugar en los últimos años, incluyendo la expedición del Decreto 943 de 2018, por medio del cual se reglamentan aspectos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público y se precisan criterios para su modernización, eficiencia energética y sostenibilidad, hacen necesario adelantar un ejercicio riguroso de análisis y comparación de alternativas, que permita evaluar distintos modelos de prestación del servicio, a la luz del contexto actual del Distrito Capital y de las mejores prácticas nacionales e internacionales.

El presente ejercicio tiene un carácter estrictamente informativo, exploratorio y no vinculante, y se adelanta como un mecanismo de planeación contractual, orientado a fortalecer la definición del objeto, alcance, esquema contractual, estimación presupuestal, asignación de riesgos y

condiciones del eventual proceso de contratación de una consultoría especializada que apoye a la Entidad en la toma de decisiones estratégicas sobre el futuro del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.

Alcance del estudio de mercado

El presente estudio no define ni selecciona un modelo definitivo de prestación del servicio. Su alcance se orienta a:

- Analizar el mercado nacional e internacional de consultores con experiencia comprobada en alumbrado público, infraestructura urbana inteligente, estructuración contractual y análisis económico-financiero.
- Identificar capacidades técnicas, metodológicas y profesionales requeridas para desarrollar una consultoría de alta complejidad.
- Evaluar enfoques metodológicos posibles para la futura consultoría.
- Analizar escenarios contractuales viables, sin cerrarlos, incluyendo concesión, Asociación Público-Privada (APP), convenios interadministrativos y modelos híbridos o escalonados.
- Proveer insumos técnicos, jurídicos y estratégicos para la elaboración de estudios previos, pliegos de condiciones y matrices de riesgos en etapas posteriores.

Por lo tanto, la participación en este ejercicio implica la aceptación expresa de que la Entidad podrá ajustar, complementar o redefinir el alcance, los supuestos técnicos, jurídicos y financieros, el modelo de contratación y las condiciones del eventual proceso de selección, sin que ello genere reconocimiento económico, compensación o indemnización alguna a favor de los participantes.

Principio estructural del estudio

Como eje transversal, el estudio adopta una separación expresa entre:

- El servicio de alumbrado público, entendido como un servicio público esencial con régimen jurídico, técnico y financiero propio, y

- Los usos complementarios de su infraestructura, concebidos como aprovechamientos accesorios, subordinados y condicionados, cuya implementación no es requisito para la prestación del servicio ni para su sostenibilidad financiera.

Esta separación permite analizar escenarios de innovación tecnológica y de infraestructura multipropósito sin comprometer la naturaleza ni la autonomía del servicio público, esencial en el marco de las competencias de la UAESP.

SOLICITUD ESTUDIO DE MERCADO

Consultoría para la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP
Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP

Resultado esperado

Como resultado, el Estudio de Mercado Oficial entrega un marco técnico, metodológico y estratégico que permitirá a la UAESP:

- Comprender el estado y las tendencias del mercado de consultoría especializada.
- Definir con precisión el alcance óptimo de la futura consultoría.
- Identificar perfiles profesionales y capacidades críticas requeridas.
- Anticipar riesgos y escenarios contractuales.
- Contar con insumos sólidos, verificables y defendibles para la toma de decisiones y la estructuración de procesos de contratación posteriores.

Así las cosas, el documento se concibe como un instrumento de planeación, de carácter público e institucional, elaborado con rigor técnico y visión prospectiva, alineado con los instrumentos de planeación distrital, la política de transición energética y la estrategia de ciudad inteligente de Bogotá D.C.

Finalmente, se precisa que la presente invitación, publicada a través del Sistema Electrónico para la Contratación Pública – SECOP, no corresponde a un proceso de selección, ni constituye pliego de condiciones, términos de referencia o documento precontractual, sino que se limita a una solicitud de información y aproximaciones de mercado, orientada exclusivamente a fortalecer la planeación y la toma de decisiones institucionales del Distrito Capital en materia de alumbrado público.

1. CONTEXTO ESTRATÉGICO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.

1.1 El alumbrado público como servicio público esencial en la ciudad

El alumbrado público constituye un servicio público esencial para el funcionamiento cotidiano de la ciudad, en la medida en que incide de forma directa en la seguridad, la movilidad, el uso del espacio público y la calidad de vida urbana. En un entorno metropolitano de alta complejidad como Bogotá D.C., su prestación continua y eficiente resulta determinante para garantizar condiciones mínimas de visibilidad, accesibilidad y apropiación del espacio urbano, particularmente durante los periodos nocturnos.

Desde una perspectiva institucional, el servicio de alumbrado público se configura como una función pública permanente, con un régimen jurídico propio que asigna a las entidades territoriales responsabilidades específicas en materia de planeación, financiación, supervisión y control. Esta naturaleza implica que el alumbrado público no puede ser entendido únicamente como un conjunto de activos físicos o tecnológicos, sino como un servicio orientado al interés

general, cuya interrupción, deficiencia o deterioro genera impactos urbanos, sociales y económicos significativos.

En el caso de Bogotá, el alumbrado público cumple un papel estructural en la configuración del entorno urbano nocturno, al permitir la circulación segura de personas y vehículos, facilitar el desarrollo de actividades económicas y sociales, y contribuir a la percepción de orden y seguridad en el espacio público. Su operación se encuentra estrechamente vinculada con la planeación urbana, la gestión del espacio público y las dinámicas de crecimiento, renovación y densificación de la ciudad, lo cual exige que su evolución se analice de manera integral y prospectiva.

La condición de servicio público esencial impone exigencias elevadas en términos de continuidad, calidad técnica, seguridad eléctrica y sostenibilidad financiera. En consecuencia, cualquier análisis sobre alternativas de modelo de prestación debe partir del reconocimiento de que el alumbrado público constituye el núcleo del sistema, y que su prestación no puede quedar supeditada a consideraciones accesorias, tecnológicas o financieras ajenas a su finalidad principal.

Este entendimiento resulta fundamental para el presente Estudio de Mercado, en tanto define el marco dentro del cual se evaluará el mercado de consultores y las capacidades requeridas para estructurar una consultoría especializada. El servicio público de alumbrado público se asume, así como el eje central del análisis, alrededor del cual se examinan las posibilidades de modernización, eficiencia energética e innovación tecnológica, sin que estas transformaciones desdibujen su naturaleza, su régimen jurídico ni su función esencial dentro del modelo de ciudad.

1.2 Rol del alumbrado público en seguridad, movilidad, espacio público y calidad de vida

El alumbrado público desempeña un papel determinante en la configuración de condiciones de seguridad, movilidad y habitabilidad del espacio urbano, al incidir de manera directa en la forma en que la ciudad es utilizada, percibida y experimentada por la ciudadanía. La disponibilidad de niveles adecuados de iluminación constituye un factor esencial para la reducción de riesgos asociados a la falta de visibilidad, tanto en el tránsito vehicular como en la circulación peatonal y el uso del espacio público durante horarios nocturnos.

En términos de seguridad, el alumbrado público contribuye a mejorar la percepción de control y presencia institucional en el territorio, favorece la apropiación social del espacio público y reduce condiciones propicias para la ocurrencia de eventos de riesgo. Si bien la iluminación no sustituye las funciones propias de la seguridad ciudadana, su ausencia o deficiencia genera entornos urbanos más vulnerables, lo que refuerza su carácter estratégico dentro de las políticas públicas de prevención y convivencia.

Desde la perspectiva de la movilidad, el alumbrado público es un componente indispensable para garantizar condiciones adecuadas de circulación segura en vías, andenes, ciclorutas e

intersecciones. La iluminación incide en la legibilidad del entorno urbano, la identificación de obstáculos, la señalización y la orientación espacial, aspectos críticos para una ciudad con alta intensidad de tráfico y diversidad de modos de transporte como Bogotá.

El servicio de alumbrado público también cumple una función relevante en la calidad y el disfrute del espacio público, al permitir el desarrollo de actividades sociales, culturales y recreativas más allá de las horas diurnas. Parques, plazas, corredores peatonales y equipamientos urbanos dependen de condiciones de iluminación que hagan posible su uso seguro y confortable, lo cual influye directamente en la vitalidad urbana y en la cohesión social.
En conjunto, estos factores hacen del alumbrado público un elemento transversal de la calidad de vida urbana, cuya prestación adecuada impacta no solo indicadores técnicos del servicio, sino también dimensiones sociales, económicas y territoriales. En este sentido, su análisis en el marco del presente Estudio de Mercado se concibe como parte integral del contexto urbano y estratégico de la ciudad, y no como un componente aislado, reforzando la necesidad de abordar su evolución con una visión sistémica, articulada y de largo plazo.

1.3 Diagnóstico institucional y operativo del esquema vigente de prestación del servicio

El esquema vigente de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá tiene su principal antecedente en el Convenio Interadministrativo No. 766 de 1997, celebrado en un contexto de reorganización del sector eléctrico y de redefinición de los modelos de prestación de servicios públicos en el país. Dicho instrumento permitió estructurar un modelo orientado a garantizar la continuidad del servicio, la expansión de la cobertura y la operación técnica especializada del sistema de alumbrado público en la ciudad, en un momento de profundas transformaciones institucionales y regulatorias.

A partir de este convenio, el servicio de alumbrado público en Bogotá se ha desarrollado bajo un esquema que ha permitido atender el crecimiento urbano sostenido de la ciudad, acompañar la expansión del espacio público y asegurar condiciones básicas de iluminación en un territorio cada vez más complejo.

Desde el punto de vista institucional, el esquema derivado del Convenio 766 de 1997 ha preservado la rectoría pública del servicio, al tiempo que ha delegado en un operador especializado la ejecución de las actividades técnicas asociadas a la operación, mantenimiento y modernización del sistema. Esta configuración ha permitido una gestión continua del servicio y ha facilitado la incorporación progresiva de mejoras tecnológicas.

En el plano operativo, el modelo ha debido adaptarse a transformaciones significativas en el entorno urbano, incluyendo el aumento de la demanda por iluminación en nuevos desarrollos, la diversificación de tipologías de espacio público y la incorporación de criterios de eficiencia energética. Estos procesos han implicado ajustes sucesivos en la gestión de activos, en los

esquemas de mantenimiento y en las estrategias de modernización tecnológica, manteniendo como prioridad la continuidad y estabilidad del servicio.

No obstante, la prolongada vigencia del esquema y la magnitud alcanzada por la red de alumbrado público han situado al servicio en un escenario distinto al existente en el momento de celebración del convenio original. La ciudad enfrenta hoy desafíos asociados a la transición energética, la transformación digital, la integración de tecnologías inteligentes y la necesidad de mayor flexibilidad institucional para responder a nuevas demandas urbanas, lo que hace pertinente analizar de manera prospectiva la capacidad del modelo vigente para evolucionar y adaptarse a estos escenarios.

Este diagnóstico contextual no pretende evaluar el desempeño contractual ni técnico del Convenio 766 de 1997 ni de sus desarrollos posteriores, sino identificar los elementos históricos, institucionales y operativos que explican la configuración actual del servicio. Sobre esta base, el presente Estudio de Mercado se justifica como un instrumento de planeación que permite explorar, de manera ordenada y anticipada, alternativas de modelo de prestación acordes con las condiciones actuales y futuras de Bogotá, garantizando siempre la continuidad, sostenibilidad y naturaleza del servicio público de alumbrado público.

1.4 Evolución histórica y retos estructurales del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.

La evolución histórica del servicio de alumbrado público en Bogotá ha estado estrechamente ligada a los procesos de crecimiento urbano, expansión territorial y transformación del espacio público que ha experimentado la ciudad en las últimas décadas. Desde la estructuración del modelo vigente a finales de los años noventa, el servicio ha acompañado de manera continua la consolidación de nuevas áreas urbanas, la densificación de sectores existentes y la diversificación de tipologías de espacio público, permitiendo garantizar condiciones básicas de iluminación en un entorno metropolitano cada vez más complejo.

Este desarrollo histórico ha dado lugar a una red de alumbrado de gran escala, con una alta dispersión territorial y una relevancia estratégica creciente dentro de la infraestructura urbana del Distrito. Al mismo tiempo, la permanencia del modelo a lo largo del tiempo ha implicado procesos sucesivos de ajuste y adaptación, orientados a responder a cambios tecnológicos, a la necesidad de mejorar la eficiencia energética y a la actualización de estándares técnicos aplicables al servicio.

En el escenario actual, la evolución acumulada del sistema converge con una serie de retos estructurales que tensionan el modelo de prestación. Entre estos se encuentran la gestión integral de activos de larga vida útil, la incorporación ordenada de nuevas tecnologías, la transición hacia esquemas más eficientes y sostenibles desde el punto de vista energético, y la necesidad de

mayor flexibilidad institucional para atender demandas urbanas emergentes. Estos retos no suponen una ruptura con la trayectoria histórica del servicio, sino la necesidad de analizar, con enfoque prospectivo, cómo dicha trayectoria puede servir de base para su evolución futura.

En este sentido, la comprensión de la evolución histórica del servicio y de los retos estructurales que enfrenta constituye un insumo fundamental para el presente Estudio de Mercado, en la medida en que permite contextualizar la búsqueda de alternativas de modelo de prestación acordes con las condiciones actuales de Bogotá, preservando la continuidad, la estabilidad y la naturaleza esencial del servicio público de alumbrado público.

1.5 El alumbrado público como infraestructura urbana estratégica

Más allá de su función esencial como servicio público, la red de alumbrado público de Bogotá se ha consolidado progresivamente como una de las infraestructuras urbanas con mayor presencia territorial y continuidad operativa en la ciudad. Su despliegue extensivo, su localización estratégica en el espacio público y su operación permanente la convierten en un activo urbano de alto valor para la gestión de la ciudad.

Esta condición estratégica no deriva únicamente de su escala física, sino de su capacidad para articularse con otros sistemas urbanos y acompañar la implementación de políticas públicas en distintos frentes. El alumbrado público se integra de manera natural con los sistemas de movilidad, con la estructura del espacio público y con los procesos de renovación y consolidación urbana, actuando como un soporte transversal para la funcionalidad del entorno urbano.

En el contexto actual, caracterizado por la transformación digital de las ciudades y la incorporación progresiva de tecnologías inteligentes, la infraestructura de alumbrado público adquiere una relevancia adicional como plataforma habilitante. Sin embargo, esta potencialidad debe entenderse como una condición derivada de su existencia y no como una redefinición de su finalidad principal. La infraestructura de alumbrado público es estratégica en tanto permite ampliar las capacidades de gestión urbana, pero su valor central continúa estando asociado a la prestación eficiente y sostenible del servicio público de iluminación.

Comentado [GC1]: Se sugiere complementar señalando que el aprovechamiento incremental de la infraestructura de alumbrado público como plataforma habilitante de despliegues tecnológicos orientados a ciudad inteligente permite optimizar la inversión pública y reducir la duplicidad de activos urbanos

Reconocer el carácter estratégico de la infraestructura de alumbrado público permite contextualizar su análisis dentro del presente Estudio de Mercado, al evidenciar que cualquier proceso de modernización o aprovechamiento debe partir de una visión integral del activo, alineada con las necesidades actuales y futuras de la ciudad, sin desvirtuar la naturaleza ni el régimen propio del servicio público al que se encuentra afecto.

1.6 Límites conceptuales entre el servicio público de alumbrado y los usos complementarios de su infraestructura

El presente Estudio de Mercado adopta una distinción conceptual estricta entre el servicio público de alumbrado público y los eventuales usos complementarios que puedan soportarse sobre su infraestructura, con el propósito de asegurar claridad analítica, rigor metodológico y defensibilidad institucional. Esta separación no es meramente terminológica: define el marco dentro del cual se identifican capacidades del mercado consultor, se comparan alternativas de modelo y se anticipan riesgos jurídicos, técnicos, financieros y de control.

El servicio de alumbrado público se entiende como el conjunto de actividades indispensables para garantizar, de manera continua y segura, la iluminación del espacio público en condiciones de calidad técnica, eficiencia y sostenibilidad. Su finalidad principal es funcional y urbana, y se expresa en obligaciones verificables asociadas a continuidad, cobertura, niveles de iluminación, seguridad eléctrica, operación, mantenimiento, reposición y expansión del sistema. Conceptualmente, el servicio público es un núcleo autónomo, puede y debe ser planeado, financiado, operado y supervisado de forma suficiente para cumplir su objeto sin requerir componentes ajenos a su finalidad esencial.

Por su parte, los usos complementarios de la infraestructura de alumbrado corresponden a aprovechamientos accesorios que pueden coexistir con el servicio, apoyándose en activos físicos o capacidades digitales asociadas a la red, pero sin constituir condición necesaria para prestar iluminación. En esa medida, su existencia es contingente y su desarrollo depende de decisiones posteriores de política pública, gobernanza y estructuración contractual. Estos usos pueden incluir, entre otros, la instalación de sensores, el despliegue de conectividad para IoT, la integración con plataformas de gestión urbana o la provisión de capacidades de monitoreo y analítica, siempre que tales elementos no sustituyan ni redefinan el objeto del servicio público.

El primer límite conceptual consiste en la finalidad. El alumbrado público se justifica por la necesidad de iluminación del espacio público como función pública esencial; los usos complementarios se justifican, en cambio, por potenciales beneficios urbanos adicionales y deben considerarse como agregados subordinados, no como parte constitutiva del servicio. En términos de diseño institucional, ello implica que el desempeño del servicio público se evalúa por indicadores de iluminación y operación, mientras que los usos complementarios se evalúan por su contribución adicional y por su compatibilidad con el servicio, sin alterar los criterios principales de desempeño del alumbrado.

El segundo límite conceptual radica en la condición de indispensabilidad. Todo aquello que sea necesario para garantizar la continuidad, calidad y seguridad del alumbrado pertenece al ámbito del servicio público; aquello que pueda existir o no sin afectar la prestación de iluminación pertenece al ámbito complementario. Esta distinción es clave para evitar que componentes

Comentado [GC2]: La separación conceptual señalada en esta sección es pertinente. Sin embargo, dicha separación no debe ser obstáculo para que el nuevo modelo de alumbrado público a definir pueda coexistir con los usos complementarios de ciudad inteligente y, menos aún, para que dicho modelo pueda habilitar y reducir fricciones para un despliegue posterior o complementario de dicho usos complementarios de IoT/ciudad inteligente.
Esta habilitación y reducción de fricciones de despliegue se debe poder garantizar al tiempo que se preserva la autonomía operativa, financiera y jurídica del servicio público de alumbrado.

tecnológicos no esenciales sean incorporados como "requisitos" del servicio, generando dependencia operativa, restricciones de competencia o riesgos de captura tecnológica del modelo.

El tercer límite se relaciona con la autonomía funcional y operativa. El servicio público de alumbrado debe poder operar incluso en escenarios en los cuales no existan, fallen o se desactiven los componentes complementarios. En el mismo sentido, cualquier intervención o carga adicional sobre la infraestructura de alumbrado debe diseñarse bajo el principio de no interferencia, de manera que no degrade la continuidad, la seguridad eléctrica, la mantenibilidad, la gestión de activos ni la respuesta operativa frente a fallas del servicio.

Comentado [GC3]: Se sugiere también señalar como principio operativo la modularidad o interoperabilidad tecnológica, con el objetivo de evitar dependencias tecnológicas, arquitecturas cerradas o soluciones específicas que restrinjan el despliegue complementario/futuro de los servicios complementarios de IoT/Ciudad Inteligente

El cuarto límite es financiero. La sostenibilidad del servicio público debe analizarse y garantizarse con base en sus costos y fuentes propias de financiación, sin depender de ingresos derivados de usos complementarios. Los componentes accesorios pueden estructurarse como mecanismos de eficiencia o como oportunidades de valor urbano, pero no deben convertirse en condición financiera para sostener el servicio ni en fuente estructural de pago de obligaciones principales del alumbrado. Este límite es particularmente relevante para evitar que el modelo del servicio se vuelva vulnerable a variaciones de demanda, monetización o decisiones externas asociadas a componentes complementarios.

El quinto límite se refiere a gobernanza y control. La infraestructura de alumbrado, por su afectación al servicio público, requiere reglas claras sobre titularidad, acceso, intervención y responsabilidades. En el caso de los usos complementarios, la generación, administración y aprovechamiento de datos, la gestión de plataformas y la integración con otros sectores urbanos requieren mecanismos específicos de gobernanza, incluyendo reglas de interoperabilidad, seguridad digital, protección de información y delimitación de responsabilidades. Conceptualmente, esto implica que la rectoría del servicio público no se diluye por la existencia de componentes complementarios, y que las decisiones sobre tales componentes deben sujetarse a condiciones de compatibilidad técnica y jurídica con el servicio.

Finalmente, la adopción de estos límites conceptuales permite que el Estudio de Mercado evalúe alternativas de modernización y de infraestructura multipropósito sin desnaturalizar el servicio público de alumbrado ni generar confusiones sobre su régimen. Bajo este marco, el análisis de capacidades del mercado consultor y la definición del alcance de la consultoría futura podrán incorporar, de manera ordenada, componentes tecnológicos avanzados y perspectivas de ciudad inteligente, asegurando que el servicio público permanezca como núcleo esencial del modelo, y que lo complementario sea tratado como un ámbito accesorio, condicionado y escalable, sujeto a la disponibilidad institucional, técnica y normativa de la ciudad.

2. OBJETO, FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Objeto del estudio de mercado

El objeto del presente Estudio de Mercado es identificar, caracterizar y analizar de manera integral el mercado potencial de consultores especializados que cuentan con la experiencia, capacidades técnicas, metodológicas y profesionales necesarias para desarrollar una consultoría orientada a la evaluación y formulación de alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá.

Este estudio tiene como propósito central generar insumos objetivos, verificables y suficientes que permitan a la entidad distrital comprender las condiciones actuales del mercado de consultoría especializada, sus niveles de competencia, sus enfoques metodológicos predominantes y las capacidades diferenciales requeridas para abordar un ejercicio de alta complejidad técnica, jurídica, económica y tecnológica, asociado a la evolución del servicio de alumbrado público en una ciudad de escala metropolitana.

En desarrollo de este objeto, el Estudio de Mercado se orienta a analizar las capacidades del mercado para responder a los retos contemporáneos del servicio público de alumbrado, incluyendo procesos de modernización tecnológica, eficiencia energética, incorporación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, adopción de esquemas de alumbrado inteligente y evaluación de escenarios contractuales diversos, sin que ello implique la definición anticipada de un modelo definitivo de prestación del servicio.

Así mismo, el estudio busca establecer un marco claro y estructurado que permita diferenciar el alcance del servicio de alumbrado público de los eventuales usos complementarios de su infraestructura, con el fin de que el mercado consultor pueda formular propuestas metodológicas y técnicas que respeten el régimen jurídico del servicio, garanticen su sostenibilidad y faciliten la toma de decisiones informadas en etapas posteriores del proceso de planeación contractual.

En este sentido, el objeto del Estudio de Mercado no se agota en la identificación de oferentes potenciales, sino que se proyecta como un instrumento de planeación que permite a la entidad definir, con rigor y anticipación, el alcance óptimo de la futura consultoría, los perfiles profesionales requeridos, los enfoques metodológicos viables y los escenarios contractuales que podrían ser analizados, asegurando que cualquier proceso de contratación posterior se fundamente en un conocimiento profundo y actualizado del mercado especializado.

2.2 Finalidad institucional, estratégica y contractual del estudio

SOLICITUD ESTUDIO DE MERCADO

Consultoría para la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP
Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP

La finalidad del presente Estudio de Mercado es dotar a la entidad distrital de un instrumento técnico de planeación que permita orientar de manera informada, transparente y prospectiva la toma de decisiones asociadas a la evolución del servicio público de alumbrado público en Bogotá, en un contexto de transformación urbana, transición energética y acelerada innovación tecnológica.

Desde el punto de vista institucional, el estudio busca fortalecer la capacidad de la administración distrital para ejercer su rol de dirección y rectoría del servicio, mediante la identificación anticipada de alternativas de análisis, enfoques metodológicos y capacidades especializadas disponibles en el mercado. En este sentido, el Estudio de Mercado contribuye a reducir asimetrías de información, a mejorar la calidad de la planeación contractual y a asegurar que las decisiones futuras se adopten con base en criterios técnicos, jurídicos y financieros sólidos.

En el plano estratégico, la finalidad del estudio se orienta a permitir una lectura integral de los retos y oportunidades que enfrenta el servicio de alumbrado público, sin limitar el análisis a una lógica de corto plazo. El estudio proporciona un marco para evaluar cómo el servicio puede adaptarse a escenarios futuros, incorporar procesos de modernización y responder a nuevas demandas urbanas, preservando su naturaleza de servicio público esencial y su alineación con los instrumentos de planeación distrital y sectorial.

Desde la perspectiva contractual, el Estudio de Mercado tiene como finalidad generar los insumos necesarios para estructurar, en etapas posteriores, procesos de contratación pública técnicamente robustos y jurídicamente defendibles. En particular, el estudio permite definir con mayor precisión el alcance de la futura consultoría a contratar, identificar los perfiles profesionales y capacidades mínimas requeridas, anticipar riesgos contractuales y evaluar la viabilidad de distintos esquemas contractuales, sin que ello implique la adopción anticipada de una modalidad específica.

De esta manera, el Estudio de Mercado se concibe como un paso previo indispensable dentro del ciclo de planeación contractual, cuyo propósito no es cerrar decisiones, sino habilitar decisiones futuras mejor informadas, garantizando que cualquier proceso de selección que se adelante posteriormente cuente con un sustento técnico y estratégico acorde con la complejidad del servicio de alumbrado público y con las responsabilidades institucionales del Distrito Capital.

2.3 Delimitación entre el estudio de mercado y la futura consultoría a contratar

El presente Estudio de Mercado se concibe como un instrumento de planeación previo y autónomo, cuyo alcance es distinto y complementario al de la consultoría que eventualmente se contrate para evaluar y formular alternativas de modelo de prestación del servicio público de alumbrado público en Bogotá. Esta delimitación resulta esencial para evitar confusiones de

alcance, expectativas indebidas y riesgos de desbordamiento funcional en las etapas posteriores del proceso contractual.

El Estudio de Mercado no tiene por objeto diseñar, seleccionar ni recomendar de manera definitiva un modelo específico de prestación del servicio. Su función se limita a analizar el mercado de consultoría especializada, identificar las capacidades disponibles, examinar enfoques metodológicos posibles y generar insumos técnicos, jurídicos y estratégicos que permitan estructurar adecuadamente el objeto, alcance y condiciones de la futura consultoría. En consecuencia, el estudio no sustituye ni anticipa los análisis de profundidad que deberán ser desarrollados por el consultor que eventualmente sea contratado.

Por su parte, la consultoría a contratar tendrá como finalidad realizar los estudios técnicos, jurídicos, económicos y financieros de detalle necesarios para evaluar alternativas concretas de modelo de prestación del servicio, desarrollar análisis comparativos, formular propuestas estructuradas y emitir recomendaciones técnicas, dentro del marco metodológico y de alcance que se defina a partir de los insumos generados por este Estudio de Mercado.

Esta separación de funciones permite que el Estudio de Mercado actúe como una fase de preparación y fundamentación, orientada a mejorar la calidad de la planeación contractual, mientras que la consultoría posterior se desarrolla como una fase de análisis especializado y profundo. De este modo, se garantiza que la UAESP cuente, desde etapas tempranas, con criterios claros para definir el alcance de la contratación, sin trasladar indebidamente al Estudio de Mercado responsabilidades que corresponden a la ejecución del contrato de consultoría.

La delimitación entre ambos instrumentos contribuye, además, a fortalecer la transparencia del proceso, a reducir riesgos de reproche por parte de órganos de control y a asegurar que cada etapa cumpla una función específica dentro del ciclo de planeación y toma de decisiones asociado a la evolución del servicio público de alumbrado público en la ciudad.

2.4 Justificación técnica, jurídica, económica y tecnológica

La realización del presente Estudio de Mercado se justifica en la necesidad de abordar, de manera estructurada y anticipada, la complejidad inherente a la evolución del servicio público de alumbrado público en Bogotá, en un contexto urbano caracterizado por transformaciones simultáneas en los ámbitos técnico, normativo, económico y tecnológico. La magnitud del sistema, su carácter esencial y su impacto transversal en la ciudad exigen que cualquier decisión futura relacionada con su modelo de prestación se fundamente en un conocimiento profundo del mercado especializado y de las capacidades disponibles para analizarlo con rigor.

Desde el punto de vista técnico, el servicio de alumbrado público ha dejado de ser un sistema exclusivamente orientado a la provisión básica de iluminación para convertirse en una

infraestructura altamente especializada, que incorpora criterios avanzados de eficiencia, confiabilidad, gestión de activos y control operativo. La coexistencia de tecnologías tradicionales y modernas, la escala territorial de la red y la diversidad de entornos urbanos demandan análisis técnicos integrales que superan el alcance de evaluaciones convencionales. En este escenario, el Estudio de Mercado resulta indispensable para identificar consultores con experiencia comprobada en sistemas de alumbrado de gran escala, capaces de abordar análisis técnicos complejos y de formular metodologías adecuadas para evaluar alternativas de modelo de prestación con visión de largo plazo.

En el ámbito jurídico, la prestación del servicio de alumbrado público se encuentra sometida a un régimen específico que combina normas de servicios públicos, contratación estatal, planeación urbana y regulación técnica, lo cual introduce restricciones y condicionamientos que deben ser comprendidos y respetados en cualquier ejercicio de estructuración. La coexistencia de un servicio público esencial con potenciales usos complementarios de su infraestructura incrementa la complejidad jurídica del análisis y refuerza la necesidad de contar con enfoques metodológicos que aseguren la separación conceptual, funcional y financiera entre ambos ámbitos. El Estudio de Mercado se justifica, entonces, como un instrumento que permite identificar consultores con la capacidad de integrar análisis jurídicos especializados, evitando riesgos de desnaturalización del servicio, vacíos competenciales o esquemas contractuales incompatibles con el ordenamiento vigente.

Desde la perspectiva económica y financiera, el servicio de alumbrado público implica la gestión de inversiones significativas de largo plazo, costos operativos recurrentes y riesgos asociados al consumo energético, la reposición de activos y la sostenibilidad del sistema. La evaluación de alternativas de modelo de prestación requiere capacidades avanzadas de modelación financiera, análisis de estructuras de costos, evaluación de esquemas de remuneración y asignación de riesgos, así como la comprensión de los impactos fiscales y presupuestales asociados a cada escenario. El Estudio de Mercado permite identificar si el mercado consultor cuenta con la experiencia y solvencia técnica necesarias para desarrollar estos análisis de manera independiente, objetiva y alineada con los intereses del servicio público.

En el plano tecnológico, la acelerada evolución de soluciones de alumbrado inteligente, telegestión, telemedición, plataformas digitales, analítica de datos y potencial integración de tecnologías emergentes ha ampliado de forma significativa el espectro de alternativas posibles para el servicio de alumbrado público. Esta diversidad tecnológica, lejos de simplificar la toma de decisiones, incrementa la necesidad de análisis especializados que eviten dependencias tecnológicas, soluciones cerradas o modelos que comprometan la neutralidad y la flexibilidad futura del sistema. El Estudio de Mercado se justifica, en este sentido, como un mecanismo para identificar consultores capaces de evaluar tecnologías desde una perspectiva estratégica, neutral y compatible con los principios del servicio público, sin confundir innovación con redefinición del objeto del servicio.

En conjunto, la justificación técnica, jurídica, económica y tecnológica del presente Estudio de Mercado se fundamenta en la necesidad de garantizar que la futura consultoría a contratar cuente con un alcance claramente definido, metodologías adecuadas y perfiles profesionales idóneos para enfrentar un desafío de alta complejidad institucional. El estudio no sustituye la consultoría ni anticipa sus conclusiones, pero constituye un paso previo indispensable para asegurar que dicha consultoría se estructure sobre bases sólidas, reduzca riesgos de planeación y permita a la entidad distrital adoptar decisiones informadas, coherentes y sostenibles sobre la evolución del servicio público de alumbrado público en Bogotá.

2.5 Principios rectores del estudio

El presente Estudio de Mercado se estructura sobre un conjunto de principios rectores que orientan su alcance, metodología y resultados, y que buscan garantizar coherencia interna, rigor técnico y solidez institucional. Estos principios no anticipan decisiones sobre el modelo definitivo de prestación del servicio de alumbrado público, pero sí establecen los criterios bajo los cuales se analiza el mercado consultor y se delimita el alcance de la futura consultoría a contratar.

2.5.1 Principio de separación funcional y jurídica del servicio público de alumbrado

El Estudio de Mercado adopta como principio fundamental la separación funcional y jurídica entre el servicio público de alumbrado público y los eventuales usos complementarios que puedan apoyarse en su infraestructura. Este principio constituye un eje transversal del análisis y responde a la necesidad de preservar la naturaleza, el régimen jurídico y la finalidad esencial del servicio público frente a procesos de modernización tecnológica e innovación urbana.

Desde una perspectiva funcional, la separación implica reconocer que el servicio de alumbrado público tiene un objeto propio, definido por la provisión continua y segura de iluminación del espacio público, con estándares técnicos y obligaciones verificables que no pueden verse condicionadas por la existencia, éxito o rentabilidad de componentes accesorios. El servicio debe poder operar de manera autónoma, con independencia de que se implementen o no usos complementarios sobre su infraestructura física o digital.

En el plano jurídico, este principio permite delimitar con claridad los ámbitos de aplicación normativa, las competencias institucionales y los instrumentos contractuales asociados a cada componente. El servicio público de alumbrado se rige por un conjunto específico de normas y principios propios de los servicios públicos y de la contratación estatal, mientras que los usos complementarios pueden requerir marcos jurídicos diferenciados, esquemas contractuales independientes o mecanismos de gobernanza específicos, siempre subordinados a la protección del servicio principal.

La incorporación de este principio en el Estudio de Mercado cumple una función preventiva frente a riesgos de desnaturalización del servicio, captura tecnológica, dependencia financiera o confusión de objetos contractuales. Asimismo, orienta la identificación de capacidades del mercado consultor, al exigir enfoques metodológicos que distingan claramente entre el análisis del núcleo del servicio público y la evaluación de oportunidades accesorias, evitando propuestas integradas que diluyan responsabilidades o comprometan la rectoría pública del servicio.

En este sentido, la separación funcional y jurídica no se concibe como una restricción a la innovación, sino como una condición habilitante para que los procesos de modernización y aprovechamiento de la infraestructura de alumbrado se desarrollen de manera ordenada, compatible con el régimen del servicio público y sostenible en el tiempo.

2.5.2 Principio de neutralidad tecnológica

Comentado [GC4]: Se recomienda incorporar el principio de interoperabilidad tecnológica y de datos, para habilitar la integración complementaria de capas de ciudad inteligente

El Estudio de Mercado se rige por el principio de neutralidad tecnológica, en virtud del cual el análisis del mercado consultor y de las alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público se realiza sin predeterminar tecnologías, marcas, fabricantes o soluciones específicas. El estudio se enfoca en identificar capacidades, metodologías y experiencias del mercado que permitan evaluar distintas opciones técnicas de manera objetiva y comparable.

La neutralidad tecnológica implica que los criterios de análisis se estructuran a partir de requerimientos funcionales, estándares técnicos verificables y resultados esperados del servicio, y no sobre la base de configuraciones tecnológicas cerradas. En consecuencia, el Estudio de Mercado privilegia enfoques que promuevan la interoperabilidad, la compatibilidad entre sistemas y la posibilidad de evolución tecnológica del servicio, sin generar dependencias innecesarias ni restricciones indebidas a la competencia.

Este principio orienta la identificación de consultores con capacidad para evaluar tecnologías existentes y emergentes desde una perspectiva independiente, técnica y estratégica, diferenciando entre componentes esenciales del servicio de alumbrado público y soluciones accesorias o complementarias. De esta manera, se evita que la futura consultoría se convierta en un ejercicio de selección implícita de tecnologías y se garantiza que las decisiones posteriores se adopten con base en análisis comparativos y criterios de interés público.

La aplicación del principio de neutralidad tecnológica contribuye, finalmente, a reducir riesgos contractuales y operativos, al facilitar la estructuración de modelos de prestación flexibles, adaptables y coherentes con la evolución tecnológica, sin comprometer la continuidad ni la sostenibilidad del servicio público de alumbrado público.

2.5.3 Principio de sostenibilidad del servicio público

El Estudio de Mercado se orienta por el principio de sostenibilidad del servicio público de alumbrado público, entendido como la capacidad del servicio para operar de manera continua y eficiente en el tiempo, cubriendo sus costos de inversión, administración, operación, mantenimiento y reposición, sin comprometer su calidad ni su función esencial dentro de la ciudad.

Este principio implica que el análisis del mercado consultor y de los enfoques metodológicos posibles debe priorizar la evaluación de alternativas de modelo que garanticen la estabilidad técnica, operativa y financiera del servicio en el largo plazo. En consecuencia, el Estudio de Mercado excluye enfoques que supediten la viabilidad del servicio a supuestos inciertos, a ingresos no estructurales o a esquemas que dificulten la gestión y el control institucional del sistema.

La sostenibilidad del servicio público constituye un criterio central para definir el alcance de la futura consultoría, en la medida en que orienta los análisis hacia modelos que permitan una adecuada gestión de activos, una asignación equilibrada de riesgos y una planeación financiera consistente con la naturaleza esencial del servicio de alumbrado público.

2.5.4 Principio de no dependencia financiera de usos complementarios

Comentado [GC5]: Se recomienda también considerar el principio de no duplicación de infraestructura urbana, y con esto otorgar relevancia a la eficiencia del gasto público y a la racioalización del uso del espacio público

El Estudio de Mercado adopta el principio de no dependencia financiera de los usos complementarios de la infraestructura de alumbrado público, conforme al cual la prestación del servicio público debe ser financieramente viable y sostenible con base en sus propias fuentes de financiación y estructuras de costos.

Este principio implica que los análisis del mercado consultor y las alternativas de modelo de prestación no podrán considerar los ingresos derivados de usos complementarios como condición necesaria para garantizar la operación, el mantenimiento o la inversión del servicio de alumbrado público. Los eventuales aprovechamientos accesorios podrán analizarse como escenarios adicionales o complementarios, pero no como soporte estructural del equilibrio financiero del servicio.

La aplicación de este principio permite preservar la autonomía del servicio público, reducir riesgos financieros y contractuales, y evitar que la continuidad y calidad del alumbrado público queden expuestas a la incertidumbre propia de esquemas de monetización o de decisiones ajenas a la prestación del servicio.

3. ALCANCE DE LA CONSULTORÍA A CONTRATAR

3.1 Alcance general de la consultoría

La consultoría a contratar tendrá como alcance general la realización de un análisis integral, especializado y de profundidad orientado a evaluar y formular alternativas viables de modelo de prestación del servicio público de alumbrado público en Bogotá, y de su potencial como infraestructura digital urbana, a partir de criterios jurídicos, técnicos, operativos, económicos, financieros y tecnológicos, con enfoque prospectivo y de largo plazo.

A partir de lo anterior, la consultoría realizará la estructuración técnica, financiera y jurídica de un proyecto de red de alumbrado público y ciudad inteligente, soportada en la infraestructura de alumbrado público de la ciudad, que permita consolidar una plataforma multifuncional que habilite la gestión inteligente de la ciudad en sectores estratégicos como seguridad, movilidad, gestión pública, ambiente y hábitat, entre otros.

La consultoría deberá partir del reconocimiento del alumbrado público como servicio público esencial con régimen jurídico propio, y desarrollar sus análisis garantizando la separación funcional, jurídica y financiera entre el servicio público y los eventuales usos complementarios de su infraestructura. En ningún caso el alcance de la consultoría comprenderá la definición anticipada de un modelo único o definitivo, sino la estructuración comparada de alternativas técnicamente fundamentadas.

El alcance comprende el estudio detallado del esquema vigente de prestación del servicio, su evolución, desempeño estructural y capacidad de adaptación a escenarios futuros, así como la evaluación de distintos esquemas jurídicos y contractuales posibles, incluyendo concesión, Asociación Público-Privada, convenios interadministrativos y modelos híbridos o escalonados, sin exclusiones previas.

La consultoría deberá integrar análisis de modernización tecnológica, eficiencia energética, transición energética y uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, así como la evaluación del rol de la infraestructura de alumbrado como plataforma habilitante, todo ello bajo criterios de neutralidad tecnológica, sostenibilidad del servicio y no dependencia financiera de componentes accesorios.

Como resultado de su alcance general, la consultoría deberá entregar insumos técnicos, jurídicos y financieros listos para ser utilizados por la UAESP en procesos posteriores de toma de decisiones, estructuración contractual y elaboración de estudios previos, asegurando que las alternativas propuestas sean consistentes, comparables, verificables y defendibles desde el punto de vista institucional y de control.

3.2 Componentes obligatorios de análisis

Comentado [GC6]: Se recomienda anotar que las alternativas viables a ser formuladas deberán estar en línea con las mejores prácticas internacionales en la materia para ciudades de las caracterísscticas de Bogotá, y deberán considerar las oportunidades existentes para el aprovechamiento futuro de la infraestructura para consolidar una plataforma multifuncional de servicios para la ciudad

Comentado [GC7]: Se recomienta incluir expresamente que, de cara al análisis de usos complementarios, la consultoría deberá analizar la infraestructra de alumbrado público como una potancial plataforma urbana multifincional, identificando y evaluando requerimientos mínimos para permitir la coexistencia y futuro despliegue de los componentes de dispositivos, conectividad y datos para la configuración de una red de IoT/ciudad inteligente para la ciudad, que coexista con el alumbrado garantizando la separación previamente señalada

Comentado [GC8]: Se recomienda defiir como requerimiento que los insumos a ser entregados tengan en debido nivel de desarrollo y madurez para facilitar una estructuración contractual aportuna del proyecto

La consultoría deberá desarrollar, como mínimo, los siguientes componentes de análisis, de manera integrada pero claramente diferenciada, garantizando consistencia metodológica y coherencia entre resultados.

3.2.1 Componente jurídico–institucional del servicio de alumbrado público

Vehículo jurídico recomendado. El consultor deberá proponer el esquema jurídico para la prestación del servicio de alumbrado público y para su evolución hacia una plataforma urbana multifuncional de ciudad inteligente en Bogotá D.C., teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad financiera, distribución adecuada de riesgos, capacidad técnica e idoneidad del futuro prestador, y los requisitos exigibles para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de servicios públicos, contratación estatal, asociaciones público-privadas (APP), concesiones y demás instrumentos aplicables. Así mismo, deberá indicar la estructura contractual sugerida, su viabilidad, las condiciones de implementación y los elementos esenciales que deberán incorporarse en estudios previos, pliegos y minuta(s) contractual(es).

Comentado [GC9]: Tanto para el nuevo modelo de alumbrado público como para su evolución a una plataforma urbana multifuncional

El instrumento propuesto debe derivar del análisis multicriterio de alternativas en el cual se hayan identificado las ventajas y desventajas de cada alternativa analizada (p. ej.: Prestación del servicio de alumbrado público de forma directa o indirecta tal como lo indica el artículo 4 y 6 del Decreto 943 de 2018 y el artículo 12 del Decreto 1333 de 1986 contemplando un esquema amplio de alternativas). Dentro de las alternativas de prestación deberán analizarse en detalle los contratos de concesión tradicional, APP de iniciativa pública, operación delegada, esquemas de descentralización por servicios, prestación a cargo de empresas E.I.C.E, Sociedades de economía mixta, ESP oficial, ESP mixta, prestación por áreas de servicio exclusivo, contratos de desempeño energético –ESCO–, u otros esquemas híbridos, considerando aspectos como: transferencia de riesgos, estructura de inversión, plazo requerido para la recuperación de inversiones, necesidad de activos revertibles, capacidad de supervisión del Distrito y régimen económico del contrato.

Como parte del componente jurídico–institucional, la consultoría deberá analizar y estructurar un esquema integral de supervisión y control del servicio público de alumbrado público, orientado a fortalecer la capacidad de la UAESP y de las entidades competentes para verificar el cumplimiento de las obligaciones técnicas, operativas y financieras del futuro prestador del servicio.

Este análisis deberá partir del reconocimiento de la supervisión como una función esencial de la rectoría pública del servicio, y considerar distintos mecanismos posibles, tales como supervisión directa, interventoría externa u otros esquemas de monitoreo, en función del modelo contractual que se analice. La consultoría deberá definir roles y responsabilidades asociadas a cada alternativa, así como los alcances y límites de la supervisión frente a la operación del servicio.

El esquema propuesto deberá contemplar sistemas de información que permitan el reporte periódico de la operación, la trazabilidad de las actividades ejecutadas, el seguimiento a PQRS y la verificación del cumplimiento de los estándares de calidad y niveles de servicio definidos. Así mismo, deberá incorporar indicadores clave de desempeño alineados con dichos estándares, y mecanismos de auditoría técnica, jurídica, energética y financiera que permitan evaluar el desempeño del prestador de manera objetiva y verificable.

La consultoría deberá analizar procesos de verificación de activos, conciliación de inventarios y validación de reposiciones, con el fin de garantizar la integridad del sistema de alumbrado público y la adecuada gestión de los activos afectos al servicio. De igual forma, deberá proponer reglas claras para la aplicación de multas, penalidades, incentivos y correctivos, de manera que estos mecanismos puedan articularse posteriormente con los esquemas de remuneración y asignación de riesgos.

El análisis deberá considerar la viabilidad de integrar herramientas tecnológicas de supervisión, tales como plataformas de gestión del alumbrado, sistemas de georreferenciación, supervisión remota, redes de sensores y elementos de procesamiento y analítica de datos, garantizando criterios de transparencia, eficiencia y trazabilidad, sin comprometer la neutralidad tecnológica ni la autonomía del servicio público.

Eliminó: Finalmente,

Eliminó: e

Análisis de viabilidad normativa y regulatoria

Comentado [GACA10]: Se sugiere revisar esta sección incorporando los elementos del texto sugerido

El Consultor deberá revisar el marco normativo y regulatorio aplicable al proyecto en los ámbitos nacional y distrital, incluyendo la normatividad y regulación específica del servicio de alumbrado público en Colombia, así como normativas y regulaciones sectoriales aplicables en telecomunicaciones y conectividad, electricidad, seguridad ciudadana, movilidad, privacidad y protección de datos, gobierno digital, asociaciones público-privadas y ambiente, entre otros. Esta revisión deberá incluir la consideración del Decreto 943 de 2018 y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público — Resolución 40150 de 2024— expedidos por el Ministerio de Minas y Energía, entre otras normas relacionadas con el servicio de Alumbrado Público.

Con base en la revisión de la normativa y regulación aplicable al proyecto, *El Consultor deberá* determinar las consideraciones relevantes para su viabilidad desde el punto de vista regulatorio, que deberán ser tenidas en cuenta en la estructuración técnica, financiera y jurídica del mismo.

Estas consideraciones tendrán en cuenta, entre otros aspectos, la definición de alternativas viables, desde el punto de vista normativo y regulatorio, en aspectos como los requerimientos de calidad y disponibilidad, los requisitos de operación del servicio de alumbrado público y de desarrollos tecnológicos asociados, la remuneración de las inversiones, la remuneración de la Administración, Operación y Mantenimiento (AOM), la

compra de energía, los inventarios, la propiedad de la infraestructura y la supervisión e interventoría del proyecto.

En desarrollo de este análisis, *El Consultor deberá además* enmarcar la estructuración del servicio dentro de un "Marco Regulatorio y Legal Aplicable", que defina de manera clara cómo se armonizan los requerimientos jurídicos y regulatorios con los objetivos general y específicos de la consultoría. Este marco comprenderá, como mínimo, los siguientes aspectos:

Dio formato: Fuente: Sin Negrita

1. Espectro radioeléctrico

El espectro es un recurso público administrado por el Estado, y su uso en proyectos de IoT debe alinearse con la normativa de la ANE y la CRC. *El Consultor* evaluará las condiciones técnicas, regulatorias y de acceso que permitan garantizar la conectividad del sistema sin comprometer la legalidad de la operación.

- **Uso de bandas libres:** Se aprovecharán las bandas no licenciadas autorizadas por la ANE (p. ej., 902–928 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz) bajo las condiciones técnicas establecidas para IoT.
- **Acceso a bandas licenciadas:** Se evaluará la viabilidad de alianzas con operadores móviles habilitados para acceder a redes 4G/5G en los casos en que los requerimientos técnicos del proyecto así lo demanden.
- **Certificación de dispositivos:** Todos los equipos deberán contar con certificación CRC para su operación en Colombia, armonizando la infraestructura tecnológica con la regulación vigente.

3. Biometría y videovigilancia

El tratamiento de datos biométricos y de videovigilancia se encuentra regulado por la Ley 1581 de 2012 y la doctrina de la SIC, que clasifican los datos biométricos como datos sensibles. *El Consultor* definirá lineamientos para que los casos de uso de seguridad cumplan con la legislación de protección de datos personales.

- **Protección de datos sensibles:** Se garantizará que la captura y tratamiento de imágenes cumpla con principios de finalidad, proporcionalidad y seguridad.
- **Registro y políticas de privacidad:** Las bases de datos se registrarán ante la SIC y se implementarán políticas de tratamiento con avisos de videovigilancia visibles.
- **Reconocimiento facial:** Su implementación se limitará estrictamente a las excepciones legales, priorizando su uso bajo funciones de seguridad pública autorizadas.

4. Centros de control y datos

Los centros de comando y control y las plataformas de almacenamiento de información son nodos críticos para el proyecto. Su operación debe regirse por estándares de seguridad, interoperabilidad y transparencia que aseguren la confianza ciudadana.

- **Protección de datos:** El tratamiento de la información se ajustará a la Ley 1581 de 2012, garantizando confidencialidad y acceso restringido.
- **Ciberseguridad:** Se incorporarán estándares nacionales e internacionales (CONPES 3995/2020, ISO 27001) para blindar los sistemas de intrusiones o fallas.
- **Interoperabilidad y gobierno digital:** Se adoptarán lineamientos del Decreto 1008 de 2018, permitiendo que la información fluya entre entidades distritales de manera eficiente y segura.
- **Soberanía de la información:** Se privilegiará el uso de data centers locales o nubes certificadas en Colombia, reduciendo riesgos sobre la custodia de datos estratégicos.

5. Propiedad de los activos

La infraestructura desplegada en el espacio público debe considerarse dentro del régimen de bienes públicos. *El Consultor* establecerá criterios claros sobre la propiedad y la reversión de los activos, garantizando transparencia y sostenibilidad en la gestión del proyecto.

- **Activos lumínicos y de telegestión:** Serán siempre de carácter público, bajo administración distrital.
- **Activos complementarios:** Cámaras y sensores financiados con recursos públicos también serán de carácter público. Si son adquiridos en esquemas APP, se establecerá su reversión al Distrito al final del contrato conforme a la Ley 1508 de 2012.
- **Reversión tecnológica:** Se incorporarán cláusulas de reversión y actualización tecnológica en los contratos, evitando obsolescencia y asegurando la continuidad del servicio.

Eliminó: <#>¶

3.2.2 Componente técnico–operativo del servicio de alumbrado público

La consultoría deberá analizar el sistema de alumbrado público desde una perspectiva técnico–operativa, incluyendo la gestión de activos, planes de inversión para la ampliación o reposición del sistema de alumbrado público, los esquemas de operación y mantenimiento, la confiabilidad del sistema, la atención de fallas y la capacidad de adaptación a distintos entornos urbanos. Este componente deberá evaluar la idoneidad técnica del esquema vigente frente a escenarios futuros, identificar brechas operativas y definir requerimientos técnicos mínimos que deben ser

considerados en las alternativas de modelo de prestación, garantizando continuidad, calidad del servicio y seguridad eléctrica.

Como parte del componente técnico–operativo, la consultoría deberá formular un marco integral de estándares de calidad y niveles de servicio aplicables a las alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público, alineado con las mejores prácticas nacionales e internacionales, los lineamientos técnicos de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y la reglamentación técnica nacional vigente.

Dicho marco deberá establecer criterios técnicos claros, medibles y auditables que permitan evaluar objetivamente el desempeño del prestador del servicio durante la ejecución contractual. En particular, la consultoría deberá analizar y proponer estándares asociados a:

- Niveles de iluminancia y uniformidad por tipo de vía, parque o espacio público,
- Tiempos máximos de atención y reparación de fallas,
- Indicadores de continuidad, seguridad eléctrica y disponibilidad del sistema,
- Requisitos para la implementación, operación y mantenimiento de nuevas tecnologías incluyendo luminarias LED, sistemas de telegestión, telemedición y ciudades inteligentes,
- Indicadores de desempeño asociados a eficiencia energética, eficacia lumínica, reducción de fallas e incorporación de nuevas tecnologías,
- Mecanismos de verificación, auditoría y reporte periódico.

Así mismo, el componente deberá incorporar indicadores de desempeño vinculados a eficiencia energética, eficacia lumínica, reducción de fallas, gestión de activos y adopción progresiva de nuevas tecnologías, diferenciando entre estándares mínimos obligatorios y niveles de desempeño superiores.

La consultoría deberá proponer mecanismos de verificación, auditoría y reporte periódico de los niveles de servicio, así como posibles esquemas de incentivos (simétricos a asimétricos) asociados al cumplimiento de dichos estándares, de manera que estos puedan articularse posteriormente con los modelos de remuneración y los esquemas contractuales analizados, sin definir anticipadamente su adopción definitiva.

- **Estructuración técnica del proyecto**

Definición de línea base

Realizar el diagnóstico integral de la situación actual de la ciudad de Bogotá en relación con las políticas, iniciativas e infraestructura tecnológica basada en IoT, orientadas a la gestión inteligente de la ciudad, en sectores como seguridad, movilidad, gestión pública, ambiente y hábitat.

Comentado [GC11]: Se sugiere incorporar el análisis de requisitos físicos y estructurales de elementos de la infraestructura de alumbrado (postes, ductos, canalizaciones, etc) que sean relevantes para habilitar el futuro montaje de elementos IoT de ciudad inteligente (Sensores, cámaras, antenas, etc)

Se recomienda también incorporar el análisis de condiciones habilitantes de alimentación eléctrica para los dispositivos de IoT que se puedan instalar a futuro, sin afectar el servicios público de alimbrado ni generar inseguridad jurídica.

Comentado [GACA12]: Se sugiere revisar y complementar esta sección incorporando los elementos del texto sugerido

Dio formato: Fuente: Cursiva

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Desarrollar un levantamiento detallado de la infraestructura existente de redes de IoT para ciudad inteligente en Bogotá que incluya un inventario de sensores, redes de transmisión de los datos, infraestructuras de almacenamiento y procesamiento de los datos, y sistemas y aplicaciones de ciudad inteligente basadas en redes o elementos de IoT. Así mismo, un ejercicio de revisión y diagnóstico de los centros de comando y control existentes en los sectores priorizados. Incluir un inventario de alto nivel de la infraestructura existente de alumbrado público con capacidad de servir de soporte para el despliegue de una red de IoT para la gestión inteligente de la ciudad.

La consultoría deberá evaluar el potencial de la infraestructura del sistema de alumbrado público como plataforma habilitante para soportar dispositivos tecnológicos, tales como sensores, cámaras o equipos de conectividad, aprovechando la cobertura territorial, disponibilidad de energía y localización estratégica de los postes en el espacio público, garantizando que dichos usos complementarios no interfieran con la prestación del servicio público de iluminación. Como parte de esto se deberá analizar la capacidad de los postes para soportar sensores y equipos de conectividad.

Análisis de necesidades

Adelantar un ejercicio de identificación y análisis de necesidades y oportunidades para el uso y aprovechamiento de tecnologías IoT que fortalezcan la gestión inteligente de funciones misionales de las entidades distritales, con énfasis en los sectores priorizados -Seguridad, movilidad, gestión pública, ambiente, hábitat-. Evaluar los casos de uso estratégicos para las entidades en estos sectores, sinergias intersectoriales y potencial de integración con sistemas existentes, así como identificar brechas tecnológicas y de capacidades.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Formulación de alcance general

Proponer el alcance general del proyecto mediante un análisis comparativo de alternativas técnicas, operativas y de gestión. Establecer los principales componentes, casos de uso, beneficiarios, cobertura sectorial, así como las restricciones y supuestos. Proponer el alcance óptimo considerando criterios de viabilidad técnica y económica. A partir del alcance general propuesto, formular los objetivos y metas generales y específicas del proyecto, y determinar la duración del mismo.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Arquitectura de la red

Diseñar la arquitectura técnica de la red IoT para la gestión inteligente de Bogotá en sus diferentes capas: percepción (sensores y dispositivos), red (conectividad), middleware (gestión y procesamiento de datos) y aplicaciones y servicios. Así mismo, incluir en la estructuración de la arquitectura técnica el diseño del componente de telegestión del

alumbrado público, en articulación con la red de IoT para la gestión inteligente de la ciudad.

La consultoría deberá analizar arquitecturas tecnológicas que permitan la integración progresiva de dispositivos IoT de ciudad inteligentes, incluyendo redes de comunicaciones, nodos de conectividad y mecanismo de integración con sistemas de telegestión del alumbrado público. Como parte de esto se considerarán los siguientes componentes: arquitectura de dispositivos, gateways o concentradores, capa de procesamiento y almacenamiento, capa de analítica y capa de visualización y aplicaciones.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Interoperabilidad, ciberseguridad y estándares abiertos

Incorporar las consideraciones sobre estándares, arquitectura y prácticas a implementar en materia de interoperabilidad, protección de datos y ciberseguridad. Evaluar estándares técnicos y arquitecturas abiertas que garanticen la interoperabilidad entre los datos y sistemas tecnológicos urbanos para evitar dependencias tecnológicas y habilitar la evolución futura del sistema. Esto incluye una definición de los siguientes componentes: Protoclos de comunicaciones, estándares de intercambio de datos, estructura de APIs, lineamientos de integración con terceros.

La consultoría deberá también proponer el modelo de ciberseguridad a ser desarrollado en el proyecto, considerando los siguientes elementos: arquitectura de ciberseguridad para infraestructura, controles de seguridad en dispositivos y comunicaciones, monitoreo de eventos de seguridad, gestión de vulnerabilidades y actualizaciones, integración con la arquitectura de seguridad digital de la ciudad.

Estas definiciones deberán realizarse teniendo en consideración el análisis de viabilidad regulatoria desarrollado, las normas técnicas colombianas, así como la adopción de estándares y protocolos abiertos reconocidos internacionalmente.

Modelo de gestión urbana

Recomendar la definición de los requerimientos de una plataforma tecnológica que permita la gestión, integración y análisis de los datos generados por el sistema de alumbrado público y por dispositivos tecnológicos asociados, garantizando interoperabilidad con sistemas de gestión urbana del Distrito.

Incluir un ejercicio de conceptualización y diseño del componente de centro de comando y control de la ciudad como parte integral del proyecto, considerando posibles sinergias con los centros de comando en control existentes.

Modelo de servicio, operación y mantenimiento:

Adicionalmente, proponer el modelo de operación, mantenimiento y sostenibilidad técnica a largo plazo del proyecto, el cual deberá garantizar el funcionamiento continuo, seguro y eficiente durante el ciclo de vida de los activos. Los elementos a considerar los los siguientes: estructura operativa para la gestión de la red (NOC para monitoreo y SOC para ciberseguridad); monitoreo permanente de sensores, dispositivos y gateways; gestión de incidentes y fallas de la red; actualización remota de software y firmware de los dispositivos; mantenimiento preventivo y correctivo de sensores y nodos de conectividad; gestión de inventarios y reposición de equipos; estrategia de renovación tecnológica y gestión de obsolescencia.

Adicionalmente el contexto de la estructuración técnica del proyecto, la consultoría deberá definir las especificaciones técnicas, niveles de servicio (SLA) para los diferentes casos de uso, estándares de calidad e indicadores clave de desempeño (KPI) del proyecto.

3.2.3 Componente económico–financiero del servicio de alumbrado público

La consultoría deberá desarrollar un análisis económico–financiero integral del servicio público de alumbrado público, orientado a evaluar la sostenibilidad, eficiencia y viabilidad de distintas alternativas de modelo de prestación, considerando de manera articulada las inversiones requeridas, los costos de administración, operación y mantenimiento, y la gestión del costo de la energía eléctrica.

Como parte de este componente, la consultoría deberá analizar y estructurar esquemas de remuneración del servicio en función de la propiedad de los activos, sus necesidades de reposición, modernización y expansión, así como de los costos asociados a la operación, el mantenimiento y el suministro de energía. El análisis deberá permitir comparar alternativas de remuneración bajo distintos escenarios contractuales, sin adoptar de manera anticipada un esquema definitivo.

En particular, la consultoría deberá abordar, como mínimo, los siguientes aspectos:

a. **Identificación, clasificación y valoración de activos:** Identificación y categorización del inventario de activos del sistema a partir de la información suministrada por la UAESP. El consultor deberá identificar la vida útil técnica y regulatoria de cada tipo de activo, así como analizar el esquema actual de propiedad y proponer la modalidad aplicable hacia el futuro.

b. **Metodología de remuneración de inversiones (CAPEX):** Definir la metodología de remuneración de las inversiones necesarias para la prestación del servicio de acuerdo con la

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Negro

Eliminó: ¶

regulación vigente. En caso de identificar oportunidades de ajuste regulatorio, deberá sugerirlo, sin que la propuesta se aparte de la normatividad vigente aplicable[1].

c. **Esquema de remuneración de costos de operación (OPEX):** Definición detallada de los costos de operación y mantenimiento a reconocer, incluyendo actividades preventivas, correctivas, gestión administrativa, telegestión, telemedición, atención de fallas y demás servicios asociados. La propuesta deberá incorporar un análisis del costo de energía eléctrica para alumbrado público, alternativas tarifarias disponibles, proyecciones de precios, análisis de riesgos y definición del responsable de la gestión de compra de energía. Asimismo, deberá proponerse un mecanismo de remuneración del OPEX que contemple indexación, bandas de eficiencia e incentivos o penalidades por desempeño.

d. **Integración del CAPEX y el OPEX en un modelo financiero y contractual:** Construcción de un modelo financiero que permita simular la remuneración total del servicio bajo la alternativa seleccionada, incorporando inversiones iniciales, reposiciones periódicas, costos de operación, costo de energía, estructura de pagos, asignación de riesgos y sostenibilidad del esquema durante toda la vigencia contractual, así como cualquier otro ingreso o erogación identificado como relevante para el flujo de efectivo. Este modelo deberá ser compatible con el vehículo jurídico recomendado (concesión, APP u otro) e incluir criterios para su incorporación en estudios previos, pliegos y minutas contractuales.

e. **Propuesta final del esquema de remuneración:** Presentación de un esquema claro, cuantificable y verificable, que permita al Distrito determinar el costo eficiente del servicio, evaluar la competitividad de las ofertas y garantizar la adecuada remuneración del prestador. El consultor deberá recomendar los mecanismos de seguimiento, auditoría y actualización del esquema durante la ejecución contractual.

- **Modelo de negocio y estructuración financiera del proyecto**

Estimar los costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX) asociados a la implementación y funcionamiento del proyecto. El análisis deberá evaluar distintos escenarios de despliegue (pilotos, implementación progresiva y expansión a escala ciudad) e incorporar el costo del ciclo de vida de los activos y su renovación tecnológica.

Así mismo, formular un modelo de negocio pertinente y un esquema de financiación viable para el proyecto, incluyendo diferentes alternativas de fuentes de recursos públicos, privados y/o de asociación público-privada, y considerando la posibilidad de recursos para el proyecto provenientes de un nuevo cobro por alumbrado público en la ciudad, actualmente en estudio proyecto de Acuerdo Distrital. Así mismo, considerar

[1] Como parte de la revisión se puede considerar y proponer la aplicación de modelos bajo el concepto de TOTEX, empleado principalmente en el servicio de energía eléctrica.

Con formato: Párrafo de lista, Izquierda, Sin viñetas ni numeración

Comentado [GACA13]: Se sugiere revisar y complementar esta sección incorporando los elementos del texto sugerido

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

alternativas adicionales de ingresos para el proyecto como, por ejemplo, compartición de infraestructura para despliegue de servicios de comunicaciones móviles 5G, y prestación de servicios basados en datos de contexto de la ciudad, entre otros.

Con base en lo anterior, elaborar el modelo financiero del proyecto, incluyendo los respectivos supuestos, flujos de caja y escenarios de análisis, y estimar el valor del proyecto.

- **Evaluación costo-beneficio del proyecto**

Realizar un análisis de costo-beneficio que cuantifique y valore los impactos sociales, económicos y ambientales del proyecto. Identificar beneficios directos e indirectos, efectos en la eficiencia de la gestión pública y contribuciones a metas de sostenibilidad y calidad de vida urbana.

- **Análisis de riesgos**

Identificar, clasificar y estimar los riesgos técnicos, financieros, jurídicos, operativos y sociales que puedan afectar el proyecto. Proponer medidas de mitigación y asignación de responsabilidades, y elaborar una matriz de riesgos documentada y alineada con las mejores prácticas de gestión de proyectos de infraestructura tecnológica.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm

Eliminó: ¶

3.2.4 Componente tecnológico habilitante

Como parte del componente tecnológico habilitante, la consultoría deberá identificar, evaluar y priorizar oportunidades de implementación de nuevas tecnologías aplicables al sistema de alumbrado público de Bogotá, con fundamento en criterios de viabilidad técnica, eficiencia energética, impacto operativo, costos asociados y compatibilidad con el régimen del servicio público.

El análisis deberá orientarse a tecnologías emergentes y soluciones en uso a nivel nacional e internacional que puedan contribuir a la modernización del sistema, sin implicar la selección anticipada de proveedores, marcas o arquitecturas cerradas. En este marco, la consultoría deberá evaluar, entre otras, oportunidades relacionadas con sistemas avanzados de telegestión, monitoreo en tiempo real y telemedición; tecnologías de iluminación artificial de alta eficacia lumínica, larga vida útil y baja contaminación, tales como soluciones LED, OLED u otras equivalentes; y la adaptación de la infraestructura de alumbrado a criterios de ciudad inteligente.

Así mismo, el análisis deberá considerar la viabilidad de integrar sensores de presencia, sistemas de atenuación dinámica de niveles de iluminación, y otros dispositivos que permitan optimizar el desempeño energético y operativo del sistema.

De manera separada y condicionada, la consultoría podrá evaluar e identificar las condiciones habilitantes que deberán ser incorporadas en el nuevo modelo de alumbrado público para habilitar a futuro el uso de la infraestructura de alumbrado como soporte para tecnologías asociadas a la gestión urbana inteligente, tales como redes de sensores ambientales, sistemas de monitoreo o dispositivos de apoyo a políticas públicas, redes de sensores IoT (cámaras, sensores ambientales, sirenas de alerta, etc) -incluidas las respectivas capas de sensores, red, middleware (orquestación de datos), y aplicaciones y servicios-, así como uso de estándares internacionales abiertos IoT, para el desarrollo de sistemas tecnológicos inteligentes de apoyo a la seguridad ciudadana, a la movilidad, a la gestión ambiental y a la atención oportuna de incidentes, entre otras aplicaciones, siempre que estos no interfieran con la prestación del servicio público de iluminación.

El componente tecnológico habilitante deberá incluir la evaluación de sistemas de telegestión integrables a redes de datos, telemedición, IoT y plataformas de gestión urbana, así como el análisis de soluciones de alumbrado público basadas en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, tanto para autoconsumo como, cuando resulte técnicamente viable, para su interacción de entrega de excedentes al Sistema Interconectado Nacional.

Comentado [GC14]: Se recomienda incluir también una mención al análisis de conectividad y telemetría tanto en la capa de telegestión señalada, como también, desde el punto de vista de condiciones habilitantes, en la capa de conectividad para la solución de IoT/ciudad inteligente, consideranto las posibilidades de usar tecnologías alambradas (fibra) e inalámbricas (5G, 4G, LoraWan, 6LoWPAN, etc)

La consultoría deberá analizar oportunidades de incorporación de tecnologías de mantenimiento predictivo basadas en analítica de datos e inteligencia artificial, orientadas a mejorar la disponibilidad del sistema, reducir fallas y optimizar costos operativos. Para cada oportunidad tecnológica identificada, el análisis deberá señalar requisitos de implementación, beneficios esperados, riesgos asociados y posibles fases de despliegue, de manera que puedan ser consideradas como insumos para la evaluación comparada de alternativas de modelo, sin comprometer la neutralidad tecnológica ni la sostenibilidad del servicio público.

Finalmente, como cierre del componente tecnológico habilitante, la consultoría deberá identificar de manera preliminar y condicionada las oportunidades para que los desarrollos tecnológicos asociados al modelo de alumbrado público puedan articularse con y habilitar estrategias de ciudad inteligente, evaluando posibles modelos tecnológicos, financieros y de negocio que se soporten de forma accesoria en la infraestructura del alumbrado público. Este análisis deberá considerar, de manera no vinculante, esquemas de aprovechamiento tales como la prestación de servicios tecnológicos a entidades distritales o el uso de activos para servicios complementarios, siempre bajo condiciones de separación funcional, jurídica y financiera respecto del servicio público, y sin implicar la definición anticipada de esquemas contractuales, los cuales deberán evaluarse en función de la figura jurídica que mejor proteja los intereses de la ciudad.

Comentado [GC15]: Se recomienda otorgar importancia a que el nuevo modelo de alumbrado deberá habilitar y facilitar, no solo tolerar, el fururo despliegue tecnológico complementario de ciudad inteligente

3.2.5 Articulación con el Estudio Técnico de Referencia (ETR)

El alcance de la consultoría deberá contemplar de manera plena, integral y verificable los requisitos técnicos, metodológicos, documentales y de alcance definidos para el Estudio Técnico de Referencia (ETR), conforme a lo establecido en la Resolución CREG 101 013 de 2022, así como en las disposiciones que la reglamenten, modifiquen, complementen o sustituyan.

En este sentido, los análisis técnicos, operativos y económico-financieros desarrollados en el marco de la consultoría deberán ser consistentes con los criterios, definiciones y metodologías propias del ETR, incluyendo, entre otros, la caracterización del sistema de alumbrado público, la identificación y valoración de activos, el análisis de inversiones, costos de operación y mantenimiento, vida útil de los componentes y parámetros técnicos relevantes.

La incorporación de estos elementos no implica la elaboración formal de un ETR con fines tarifarios, sino la garantía de que los insumos técnicos producidos por la consultoría sean compatibles, reutilizables y verificables para efectos regulatorios futuros, permitiendo a la entidad territorial contar con información técnicamente robusta y alineada con el marco regulatorio vigente.

3.3 Productos mínimos esperados de la consultoría

La consultoría deberá entregar, como mínimo, los siguientes productos, debidamente estructurados, sustentados y articulados entre sí, garantizando coherencia técnica, jurídica y financiera:

a. Un diagnóstico integral del servicio público de alumbrado público en Bogotá, que consolide los análisis jurídico–institucional, técnico–operativo, económico–financiero y tecnológico, con identificación de brechas, restricciones y capacidades del modelo vigente frente a escenarios futuros.
b. Un benchmark nacional e internacional de modelos de prestación del servicio de alumbrado público, enfocado en un conjunto de ciudades capitales de Colombia y referentes internacionales comparables, en un rango orientativo de cinco (5) a diez (10) ciudades, priorizando criterios de comparabilidad con Bogotá D.C. en términos de población, escala urbana, complejidad operativa, estructura administrativa y esquema de financiación/gestión del servicio. Este benchmark deberá incluir el análisis de las figuras jurídicas empleadas, incluyendo, cuando aplique, esquemas de estructuración societaria o vehículos de propósito especial (p. ej., SPV u otras formas), y su relación con la asignación de riesgos, propiedad de activos y mecanismos de remuneración; los esquemas contractuales adoptados, los mecanismos de remuneración del servicio, los modelos de gestión y propiedad de los activos, así como los enfoques de modernización tecnológica implementados. Adicionalmente, deberá incorporar una revisión sistemática de mejores prácticas internacionales en materia de alumbrado público, con especial énfasis en experiencias aplicables a contextos metropolitanos complejos, identificando

lecciones aprendidas, factores críticos de éxito y elementos transferibles al caso de Bogotá D.C.

c. Un análisis detallado de alternativas jurídicamente viables de modelo de prestación del servicio y de su evolución hacia una plataforma urbana multiservicios de ciudad inteligente, que evalúe distintos esquemas jurídicos y contractuales posibles, con especial consideración del marco normativo nacional y distrital aplicable, incorporando criterios de viabilidad normativa, sostenibilidad financiera, desempeño técnico y capacidad institucional de supervisión.
d. Un análisis de desempeño técnico, tarifario, económico y financiero del convenio vigente desde 1997 para la prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C., de acuerdo con la información entregada por la UAESP.
e. Un modelo para la compra de energía eléctrica. Como producto del análisis del costo de energía eléctrica para el alumbrado público, alternativas tarifarias disponibles, proyecciones de precios, análisis de riesgos y definición del responsable de la gestión de compra de energía eléctrica, se deberá definir la combinación pertinente para la adquisición de la energía requerida para el alumbrado público del Distrito, donde se deben considerar las posibilidades de autogeneración, compra de energía en el mercado de energía mayorista o la posibilidad de continuar con las compras al comercializador incumbente en el mercado regulado.
f. Un Estudio consolidado de iniciativas y propuestas formuladas por las diferentes entidades y empresas, evaluando la viabilidad de su implementación en el corto, mediano y largo plazo, de conformidad con el plan de socialización entregado por la UAESP.
g. Un análisis multicriterio de alternativas (jurídico, regulatorio, técnico, operativo, comercial, financiero, social y ambiental) respecto de las principales alternativas identificadas para el proyecto de alumbrado público y plataforma multiservicios de ciudad inteligente, considerando la necesidad de promover el impuesto de alumbrado público en el distrito capital. El análisis de alternativas deberá incluir aquellas que incorporen la vinculación de desarrollos tecnológicos asociados, incluyendo el componente de la red de IoT para ciudad inteligente.
h. Un análisis prospectivo de la viabilidad para la implementación de sistemas de autogeneración de energía destinados al alumbrado público de Bogotá. Este deberá comprender, como mínimo, la evaluación integrada de los aspectos regulatorios, técnicos económicos y financieros asociados a este tipo de soluciones, considerando el marco normativo vigente aplicable a la generación distribuida y al uso de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER), así como los posibles esquemas de autoconsumo, gestión de excedentes e interacción con el sistema interconectado nacional. Dicho análisis deberá identificar las barreras normativas, técnicas y económicas, los riesgos regulatorios y contractuales, y los impactos sobre el CAPEX, el OPEX y la sostenibilidad del modelo, así como proponer escenarios graduales de implementación coherentes con el modelo técnico, financiero y contractual que se recomiende para la prestación futura del servicio de alumbrado público en el Distrito

Capital. El análisis deberá elaborarse en estricto cumplimiento de la totalidad de las disposiciones, requisitos técnicos, parámetros y especificaciones establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)

i. Un análisis específico de modernización tecnológica y eficiencia energética, que incluya la evaluación de alumbrado inteligente, telegestión, telemedición, incorporación de FNCER y requerimientos tecnológicos habilitantes.
j. Un análisis de la infraestructura de alumbrado público como plataforma habilitante, que identifique de manera separada y condicionada los posibles usos complementarios, sus requerimientos técnicos, condiciones habilitantes, oportunidades y sinergias, riesgos asociados y condiciones de compatibilidad con el servicio público. Este producto deberá incluir una identificación y análisis de los insumos normativos, técnicos, tecnológicos, financieros y de interoperabilidad para que la infraestructura de alumbrado público se configure como una plataforma habilitante para los despliegues futuros de soluciones de IoT/Ciudad Inteligente.
k. Un modelo económico–financiero comparativo de las alternativas analizadas, que incluya supuestos explícitos, estructura de costos, inversiones, asignación de riesgos y análisis de sensibilidad, asegurando la no dependencia financiera del servicio respecto de ingresos accesorios.
l. Una matriz de riesgos integral por alternativa de modelo, con identificación, clasificación y estrategias de mitigación de riesgos técnicos, jurídicos, financieros, tecnológicos y operativos.
m. Un esquema integral de supervisión, seguimiento y control del servicio, que permita a la UAESP y a las entidades competentes verificar el cumplimiento de las obligaciones técnicas, económicas, financieras y operativas del futuro prestador del servicio de alumbrado público.

Dicho esquema deberá incluir, como mínimo:

a. La definición de roles y responsabilidades de la supervisión, interventoría o mecanismos de monitoreo contratados por la UAESP;
b. Sistemas de información para reportes periódicos, trazabilidad de las operaciones y seguimiento a PQRS;
c. Indicadores clave de desempeño (KPI) alineados con los estándares de calidad y niveles de servicio definidos;
d. Mecanismos de auditoría técnica, jurídica, energética y financiera;
e. Procesos de verificación de activos, conciliación de inventarios y validación de reposiciones;
f. Reglas claras para la aplicación de garantías, multas, penalidades, incentivos y correctivos durante la ejecución contractual.

Comentado [GC16]: Se recomienda que este producto incluya una identificación y análisis de los insumos normativos, técnicos, tecnológicos, financieros y de interoperabilidad para que la infraestructura de alumbrado público se configure como una plataforma habilitante para los despliegues futuros de soluciones de IoT/Ciudad Inteligente

Dio formato: Fuente: (Predeterminada) +Cuerpo (Calibri)

El esquema deberá garantizar transparencia, eficiencia y trazabilidad, y prever la posibilidad de integrar herramientas tecnológicas de supervisión remota, sistemas de georreferenciación, plataformas de gestión de alumbrado público, redes de sensores, y elementos de procesamiento y analítica de datos, sin afectar la naturaleza ni el régimen jurídico del servicio público de alumbrado.

n. Oportunidades de implementación de nuevas tecnologías y evolución del alumbrado público como plataforma de ciudad inteligente. El consultor deberá identificar, analizar, evaluar y priorizar de manera sistemática las oportunidades de incorporación de nuevas y emergentes tecnologías aplicables al sistema de alumbrado público de Bogotá, considerando su conveniencia técnica, viabilidad operativa, compatibilidad normativa, impacto económico-financiero y costos asociados a lo largo del ciclo de vida de las soluciones propuestas.

   Este análisis deberá desarrollarse con un enfoque prospectivo, orientado a consolidar el sistema de alumbrado público no solo como un servicio esencial, sino como una infraestructura urbana estratégica y multipropósito, habilitadora de soluciones de Ciudad Inteligente, alineadas con los lineamientos distritales de transformación digital, sostenibilidad, seguridad ciudadana y eficiencia institucional.

   En este marco, el consultor deberá estructurar un portafolio de desarrollos tecnológicos que puedan articularse con la solución técnica de alumbrado público propuesta, identificando aquellas tecnologías que permitan habilitar nuevos modelos tecnológicos, financieros y de negocio, mediante el aprovechamiento de la infraestructura existente o futura del sistema de alumbrado público, bajo esquemas de explotación compatibles con el interés público del Distrito, tales como concesiones, asociaciones público-privadas, esquemas híbridos u otras figuras jurídicas que resulten viables y convenientes.

   La propuesta deberá contemplar, como mínimo, el análisis técnico, económico y operativo de las siguientes herramientas y soluciones tecnológicas:

   1. Sistemas avanzados de telemedición, telegestión y monitoreo en tiempo real, que permitan la supervisión integral del sistema de alumbrado público, la gestión remota de activos, la detección temprana de fallas, la optimización de la operación y la generación de información confiable para la toma de decisiones.
   2. Nuevas tecnologías de iluminación artificial que a nivel nacional e internacional se estén implementando en sistemas de alumbrado público, con criterios de alta eficacia lumínica, mayor vida útil, reducción de impactos ambientales y optimización del consumo energético, tales como tecnologías LED, OLED u otras soluciones equivalentes o emergentes.

3. Infraestructura de alumbrado público como habilitadora de servicios de ciudad inteligente, mediante la integración de sensores de presencia, sistemas de atenuación y regulación de niveles de iluminación (dimming), redes de sensores IoT, cámaras de video, sensores ambientales, dispositivos de alerta temprana y otros elementos tecnológicos que soporten aplicaciones orientadas a la seguridad ciudadana, la movilidad, la gestión ambiental, la atención oportuna de incidentes y demás servicios urbanos complementarios. Dichos sistemas deberán contemplar su integración con redes de datos, plataformas de IoT y sistemas de gestión urbana interoperables. Igualmente, en la identificación de estos sistemas deberán considerarse las características, requisitos y condiciones habilitantes para las respectivas capas de sensores, red de conectividad y telemetría, middleware (orquestación de datos), y aplicaciones y servicios-, así como el uso de estándares internacionales abiertos IoT.
4. Incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) en la infraestructura de alumbrado público, tanto para esquemas de autoconsumo como para la eventual inyección de excedentes al sistema interconectado, evaluando su viabilidad técnica, regulatoria y económica, así como su contribución a la transición energética y a la sostenibilidad del modelo.
5. Tecnologías de mantenimiento predictivo y gestión avanzada de activos, basadas en analítica de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático, orientadas a mejorar la disponibilidad del sistema, reducir costos operativos, anticipar fallas y optimizar los programas de operación y mantenimiento.

El consultor deberá priorizar aquellas tecnologías que generen mayores beneficios para el Distrito, en términos de eficiencia energética, mejora en la calidad y continuidad del servicio, reducción de costos operativos, aumento de la disponibilidad del sistema y fortalecimiento de las capacidades de ciudad inteligente. Para cada tecnología priorizada, deberá identificar sus requisitos de implementación, beneficios esperados, riesgos asociados, condiciones de escalabilidad y posibles fases de despliegue, garantizando su coherencia con el modelo contractual, financiero y de gobernanza que se proponga para la prestación futura del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.

o. Elaboración de una propuesta detallada de alternativas de modelo. Con fundamento en los análisis jurídicos, regulatorios, técnicos, operativos, económicos y financieros desarrollados en las etapas previas de la consultoría, el consultor deberá estructurar y sustentar de manera detallada e integral las alternativas de modelo de prestación del servicio público de alumbrado público en Bogotá D.C., presentándolas de forma comparable, plenamente justificada y consistente con el régimen jurídico del servicio. Como parte de este ejercicio, la consultoría deberá analizar, de manera separada y condicionada, las oportunidades para que la ciudad aproveche el potencial tecnológico y los datos urbanos asociados a la infraestructura de alumbrado público, evaluando

Eliminó: .

modelos de diseño, implementación y operación de redes de dispositivos IoT, tales como sensores, sistemas de monitoreo u otros elementos tecnológicos, que puedan articularse con el sistema de alumbrado público sin interferir ni desnaturalizar su prestación. Este análisis deberá identificar las condiciones técnicas, jurídicas, operativas y de gobernanza bajo las cuales la infraestructura de alumbrado público podría actuar como elemento habilitador de soluciones tecnológicas para sectores estratégicos como la seguridad ciudadana, la movilidad y la gestión ambiental, garantizando en todo caso la separación funcional, jurídica y financiera entre el servicio público de alumbrado y los usos complementarios de su infraestructura. Las propuestas deberán permitir a la entidad distrital contar con insumos claros y verificables para la toma de decisiones posteriores, sin implicar la adopción anticipada de un modelo definitivo, y preservando la naturaleza del alumbrado público como servicio público esencial.

p. Insumos técnicos y jurídicos directamente utilizables para la elaboración de estudios previos, pliegos de condiciones y matrices de riesgos en etapas posteriores del proceso contractual.

La propuesta deberá consolidar todos los componentes esenciales del nuevo modelo, incluidos los de IOT para ciudad inteligente, demostrando su viabilidad jurídica, sostenibilidad financiera, eficiencia operativa y conveniencia para el Distrito, así como su alineación con los principios de continuidad, seguridad, calidad, asequibilidad, eficiencia energética y la necesidad o no de la instauración del pago de impuesto de alumbrado público.

Su desarrollo deberá partir de las mejores prácticas nacionales e internacionales en materia de prestación del servicio de alumbrado público, del aprovechamiento de la infraestructura de alumbrado para la gestión inteligente de las ciudades, de las recomendaciones de organismos especializados, de la normativa vigente aplicable y de los lineamientos institucionales definidos por la UAESP. El documento final deberá ser claro, replicable, verificable y estructurado de tal forma que pueda ser incorporado directamente en los estudios previos, pliegos de condiciones y minuta contractual de el(los) proceso(s) de selección que adelante la Entidad.

3.4 Análisis multicriterio integral

La consultoría deberá desarrollar un análisis multicriterio integral que permita comparar de manera objetiva y transparente las alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público identificadas, integrando de forma coherente los resultados de los componentes jurídico–institucional, técnico–operativo, económico–financiero y tecnológico.

El análisis multicriterio deberá estructurarse a partir de criterios explícitos, verificables y previamente definidos, que reflejen las prioridades del servicio público de alumbrado, incluyendo, como mínimo, viabilidad jurídica, viabilidad económica, sostenibilidad financiera, desempeño técnico, capacidad de adaptación tecnológica, gobernanza institucional y nivel de

riesgo. Cada criterio deberá contar con ponderaciones claras y con una justificación técnica que permita comprender su incidencia en la evaluación global de las alternativas.

La metodología empleada deberá garantizar trazabilidad entre los insumos analizados, los criterios aplicados y los resultados obtenidos, de manera que las conclusiones del análisis multicriterio puedan ser auditadas, replicadas y utilizadas como soporte para la toma de decisiones posteriores. En ningún caso el análisis multicriterio implicará la selección automática de una alternativa definitiva, sino la identificación comparada de fortalezas, debilidades y riesgos asociados a cada escenario.

El resultado del análisis multicriterio deberá presentarse de forma clara y estructurada, permitiendo a la entidad distrital comprender los efectos de cada alternativa de modelo bajo distintos supuestos y escenarios, y facilitando la definición informada del alcance y enfoque de las decisiones que se adopten en etapas posteriores.

3.5 Propuesta detallada de alternativas de modelo

La consultoría deberá formular una propuesta detallada de alternativas de modelo de prestación del servicio público de alumbrado público, construidas a partir de los análisis desarrollados y del resultado del ejercicio multicriterio integral. Cada alternativa deberá presentarse como un escenario estructurado, coherente y comparable, sin que ello implique la recomendación de un modelo único o definitivo.

Para cada alternativa, la consultoría deberá definir de manera clara su configuración jurídica y contractual, la distribución de roles y responsabilidades, el esquema de gestión de activos, el modelo de operación y mantenimiento, la estructura de remuneración y la asignación de riesgos. Así mismo, deberá precisar los supuestos técnicos y financieros que la sustentan, así como su compatibilidad con el régimen del servicio público de alumbrado y con las capacidades institucionales del Distrito.

Las alternativas deberán incorporar de forma explícita el tratamiento de la modernización tecnológica, la eficiencia energética y la posible integración de tecnologías habilitantes, garantizando la neutralidad tecnológica y la separación entre el servicio público y los usos complementarios de la infraestructura. En ningún caso las propuestas podrán condicionar la viabilidad del servicio a la implementación de componentes accesorios o a ingresos derivados de estos.

El nivel de detalle de las alternativas deberá ser suficiente para permitir su evaluación comparada y su eventual traducción en decisiones de planeación contractual, sin llegar al grado de definición propio de un diseño contractual cerrado o de una estructuración definitiva.

Comentado [GC17]: Se recomienda que para cada alternativa se presente una hoha de ruta de implementación, que presente los principales hitos de implementación en un horizonte de tiempo, y que permita entender el horizonte previsto para la implementación del nuevo modelo de alumbrado, y la perspectiva temporal, así como de ruta crítica, para el despliegue de los servicios complementarios de ioT/Ciudad Inteligente

3.6 Condiciones de calidad, verificabilidad y replicabilidad de los productos

Los productos entregados en el marco de la consultoría deberán cumplir condiciones estrictas de calidad, verificabilidad y replicabilidad, acordes con su uso como insumo para procesos posteriores de toma de decisiones y contratación pública.

La calidad de los productos se evaluará en función de su coherencia interna, rigor técnico, consistencia metodológica y alineación con el régimen jurídico y la naturaleza del servicio público de alumbrado. Cada análisis y conclusión deberá estar debidamente sustentado en información verificable, supuestos explícitos y metodologías claramente descritas.

La verificabilidad implica que los resultados de la consultoría puedan ser revisados, auditados y contrastados por terceros, incluyendo instancias de control, a partir de los insumos, modelos y criterios utilizados. En consecuencia, los productos deberán documentar de manera transparente las fuentes de información, los métodos de cálculo, las ponderaciones aplicadas y las decisiones metodológicas adoptadas.

La replicabilidad exige que los productos puedan ser utilizados y adaptados en etapas posteriores del proceso, con el acompañamiento, o no, del consultor que los elaboró. Para ello, la consultoría deberá entregar modelos, matrices y documentos estructurados de forma tal que permitan su actualización, ajuste o profundización por parte de la entidad distrital o de terceros, garantizando su utilidad como base para estudios previos, pliegos de condiciones y estructuraciones contractuales futuras.

3.7 Plazo estimado de ejecución de la consultoría

El plazo de ejecución de la consultoría para la elaboración de una propuesta detallada de alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá se estima en **SEIS (6) MESES**, contados a partir del cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución del contrato. Este plazo se define en atención a la complejidad técnica, jurídica, económica y tecnológica del objeto contractual, así como a la profundidad de los análisis requeridos para sustentar de manera rigurosa las alternativas de modelo a evaluar.

Dentro de este plazo se deberá contemplar la entrega progresiva de los productos asociados al desarrollo del estudio, incluyendo, como mínimo, los diagnósticos técnicos, jurídicos, económicos y tecnológicos del sistema de alumbrado público, las recomendaciones de intervención y evolución del modelo, y un presupuesto estimado que permita dimensionar las implicaciones financieras de las alternativas analizadas. El plazo de seis (6) meses se concibe como un término razonable para garantizar la calidad, coherencia y verificabilidad de los productos esperados, sin afectar la oportunidad en la toma de decisiones institucionales.

Con el fin de facilitar la planeación y el seguimiento de la consultoría, el plazo estimado deberá estructurarse mediante fases sucesivas y articuladas, cada una asociada a productos verificables. De manera indicativa, la consultoría deberá contemplar una fase inicial de levantamiento y análisis de información y diagnóstico del sistema; una fase de análisis normativo, contractual y benchmark nacional e internacional; una fase de evaluación técnica, económica, financiera y tecnológica de alternativas; y una fase final de consolidación, validación y presentación de la propuesta detallada de alternativas de modelo, incluyendo recomendaciones y estimaciones presupuestales.

El plazo de seis (6) meses constituye un referente técnico orientativo para la planeación del proceso contractual y para la evaluación de la capacidad operativa del mercado consultor, sin perjuicio de que la entidad contratante, en la etapa de estructuración de los estudios previos y del proceso de selección, precise las condiciones definitivas de ejecución y los hitos contractuales asociados a cada fase. En todo caso, la definición del plazo deberá mantener coherencia con el alcance de la consultoría y con la exigencia de productos técnicamente robustos y verificables.

4. PERFILES PROFESIONALES REQUERIDOS

La consultoría a contratar deberá contar con un equipo interdisciplinario con experiencia comprobada en la estructuración, evaluación y análisis de modelos complejos de prestación de servicios públicos, particularmente en contextos urbanos de gran escala y alta complejidad institucional como Bogotá D.C. El equipo deberá garantizar la integración efectiva de los componentes jurídico, técnico, económico, financiero y tecnológico del estudio, así como la adecuada articulación entre el servicio público de alumbrado y los análisis prospectivos asociados a su evolución.

4.1 Equipo mínimo de la consultoría

La consultoría deberá contar, como mínimo, con un equipo base responsable de la dirección, coordinación y desarrollo integral del estudio, conformado por los siguientes perfiles:

Un director o líder general de la consultoría, responsable de la coordinación técnica, metodológica y estratégica del estudio, de la integración y coherencia de los distintos componentes (jurídico-institucional, técnico-tecnológico, económico-financiero e innovación), así como de la interlocución técnica permanente con la entidad contratante. Este perfil deberá acreditar experiencia específica en consultorías estratégicas para servicios públicos o infraestructura urbana de gran escala, con capacidad demostrada para liderar equipos multidisciplinarios y estructurar recomendaciones integrales para la toma de decisiones públicas. Este rol deberá corresponder a un Consultor especializado en Ingeniería y Ciudad Inteligente, que cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:

Estudios:

- Profesional en Núcleo Básico de Conocimiento (NBC) de Ingeniería de Sistemas, Telemática y afines; y/o Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y afines; y/o Ingeniería Eléctrica y afines; y/o Ingeniería Civil, cuando su ejercicio profesional esté directamente relacionado con proyectos de infraestructura tecnológica, urbana o de servicios públicos.
- Posgrado a nivel de maestría en áreas relacionadas con administración, gerencia de proyectos o disciplinas afines; y/o Arquitectura de Software o Arquitectura de Soluciones; y/o Internet de las Cosas (IoT); y/o Ciudades Inteligentes (Smart Cities); y/o Telecomunicaciones.

Experiencia:

- Experiencia profesional general:
  - Mínimo diez (10) años de experiencia profesional certificada en cargos directivos para proyectos de alumbrado público.

- Experiencia específica:

  - Mínimo cinco (5) años de experiencia específica, participando en proyectos u operaciones relacionadas con al menos una de las siguientes actividades:

    - Diseño o implementación de proyectos de ciudades inteligentes o redes IoT a gran escala.
    - Definición de arquitecturas de interoperabilidad o integración de sistemas tecnológicos complejos.
    - Procesos de transformación digital, preferiblemente en el sector público, servicios públicos, infraestructura urbana o entornos de misión crítica.

Un coordinador jurídico–institucional, encargado del análisis del régimen jurídico del servicio de alumbrado público, de la evaluación de esquemas contractuales, de la delimitación de competencias y de la viabilidad jurídica de las alternativas analizadas.

Estudios:

Abogado con experiencia específica de al menos diez (10) años en participación como asesor de entidades públicas, con estudios de posgrado en derecho administrativo, público, servicios públicos, o contratación estatal, demostrable en al menos (3) certificaciones.

Un coordinador técnico–operativo, responsable del análisis integral del servicio de alumbrado público desde la perspectiva de operación, mantenimiento y gestión de activos, con enfoque en

sistemas de gran escala y alta complejidad urbana. Este profesional deberá liderar la evaluación técnica del esquema vigente de prestación del servicio y de las alternativas de modelo, garantizando la coherencia entre los requerimientos operativos, los estándares técnicos aplicables y los escenarios futuros de evolución del sistema.

El coordinador técnico–operativo deberá tener experiencia específica en la definición y aplicación de estándares de calidad y niveles de servicio en sistemas de alumbrado público, incluyendo la formulación de indicadores de desempeño, tiempos de atención de fallas, criterios de continuidad, disponibilidad del sistema y seguridad eléctrica. Así mismo, será responsable de articular los análisis técnicos con los esquemas de supervisión, interventoría y control del servicio, asegurando que los modelos propuestos sean verificables y operativamente controlables por la entidad contratante.

Este perfil deberá acreditar experiencia en gestión integral de activos de alumbrado público, considerando el ciclo de vida de la infraestructura, los procesos de reposición, modernización y expansión, y su interacción con los costos de operación y mantenimiento. Deberá, además, servir como enlace técnico entre los componentes tecnológico, económico–financiero y jurídico–institucional del estudio, evitando enfoques fragmentados o puramente operativos.

El coordinador técnico–operativo hará parte del equipo mínimo obligatorio de la consultoría y deberá contar con dedicación significativa y continua durante toda la ejecución del contrato, siendo responsable de la consistencia técnica de los productos y de su alineación con la normativa técnica vigente y con la naturaleza del servicio público de alumbrado público.

Estudios:

Ingeniero eléctrico o ingeniero electricista con experiencia específica de al menos diez (10) años en participación como director o coordinador en proyectos de alumbrado público, demostrable en al menos (3) certificaciones.

Un coordinador económico–financiero, responsable del análisis integral de la sostenibilidad económica y financiera del servicio de alumbrado público, así como de la evaluación comparada de las alternativas de modelo de prestación desde la perspectiva de costos, inversiones, riesgos y esquemas de remuneración. Este profesional deberá liderar la estructuración de los análisis financieros del estudio, asegurando su coherencia con la naturaleza del servicio público y con los escenarios contractuales evaluados.

El coordinador económico–financiero deberá acreditar experiencia específica en la estructuración de modelos financieros para servicios públicos o infraestructura urbana de gran escala, incluyendo el análisis articulado de inversiones (CAPEX), costos de operación y mantenimiento (OPEX) y costos asociados al suministro de energía eléctrica. Así mismo, deberá

contar con experiencia en la evaluación de esquemas de remuneración del servicio, mecanismos de pago, indexación, incentivos y penalidades por desempeño, así como en la asignación y gestión de riesgos financieros.

Este perfil será responsable de analizar las implicaciones económicas de la propiedad y gestión de los activos del sistema de alumbrado público, la programación de reposiciones y modernizaciones, y la compatibilidad de los modelos financieros con distintos vehículos jurídicos, tales como concesiones, Asociaciones Público-Privadas u otros esquemas contractuales viables. El análisis deberá garantizar que la sostenibilidad financiera del servicio se evalúe con base en sus fuentes propias, sin dependencia estructural de ingresos derivados de usos complementarios de la infraestructura.

El coordinador económico–financiero deberá articular sus análisis con los componentes técnico–operativo y jurídico–institucional, de manera que los modelos financieros propuestos sean consistentes con los estándares de calidad, los niveles de servicio, los mecanismos de supervisión y el régimen jurídico aplicable. Este perfil hará parte del equipo mínimo obligatorio de la consultoría y deberá contar con dedicación significativa y continua durante toda la ejecución del contrato.

Las competencias relacionadas con la evaluación de esquemas de remuneración del servicio, mecanismos de pago, indexación, incentivos, penalidades por desempeño y asignación de riesgos financieros podrán ser acreditadas de manera conjunta por el coordinador económico–financiero y/o por un profesional especializado en regulación económica o remuneración de servicios públicos, siempre que se garantice la cobertura integral de dichas competencias y la adecuada articulación entre los análisis financieros y regulatorios del estudio.

La entidad permitirá que los requisitos de experiencia asociados a los componentes financiero y regulatorio se acrediten mediante uno o varios profesionales del equipo, sin que sea obligatorio concentrar la totalidad de dichas competencias en un solo perfil, siempre que se asegure la coherencia técnica de los productos.

Estudios:

Profesional en economía o contador o ingeniero industrial, adicionalmente el profesional deberá acreditar formación académica con estudios a nivel de posgrado.

El profesional deberá demostrar experiencia en al menos tres (3) contratos como director y/o asesor de entidades públicas en materia de energía eléctrica y/o políticas energéticas. Así mismo deberá allegar experiencia acreditada en la formulación de modelos financieros para alumbrado público bajo Resolución CREG 101 013 de 2022 en al menos tres (3) prestaciones del servicio a nivel nacional.

Estos perfiles conforman el núcleo mínimo obligatorio del equipo y deberán participar activamente durante toda la ejecución de la consultoría.

4.2 Perfiles especializados requeridos

Adicionalmente al equipo mínimo, la consultoría deberá incorporar perfiles especializados que permitan abordar con profundidad los distintos frentes del análisis, entre los cuales deberán incluirse, como mínimo:

Un especialista en contratación pública y estructuración contractual, abogado, responsable de apoyar el análisis y estructuración de los aspectos contractuales asociados a las alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público. Este profesional deberá aportar una visión experta en la aplicación del régimen de contratación estatal a proyectos de servicios públicos e infraestructura urbana, garantizando la coherencia jurídica de las propuestas y su viabilidad desde la perspectiva contractual.

El especialista deberá acreditar una experiencia específica mínima de diez (10) años en el ejercicio profesional, con participación comprobada como asesor jurídico en proyectos de alumbrado público, concesiones, Asociaciones Público-Privadas u otros esquemas contractuales aplicables a servicios públicos o infraestructura de gran escala. Dicha experiencia deberá ser demostrable mediante al menos tres (3) certificaciones expedidas por entidades públicas o privadas, en las que conste su intervención directa en procesos de estructuración, análisis o acompañamiento contractual relacionados con el servicio de alumbrado público.

Este perfil será responsable de analizar la viabilidad contractual de las alternativas de modelo evaluadas, identificar los instrumentos jurídicos más adecuados para su eventual implementación, y apoyar la definición de insumos contractuales orientativos, tales como esquemas de asignación de riesgos, obligaciones contractuales, mecanismos de supervisión, incentivos y penalidades, sin sustituir la etapa posterior de elaboración de estudios previos o pliegos definitivos.

Así mismo, el especialista en contratación pública deberá articular su análisis con los componentes jurídico–institucional, económico–financiero y técnico–operativo del estudio, asegurando que las alternativas propuestas sean compatibles con el régimen de contratación estatal, los principios de transparencia, planeación y selección objetiva, y las particularidades propias de la prestación del servicio público de alumbrado público. Su participación podrá tener una dedicación parcial, siempre que se garantice su intervención efectiva y verificable en los productos asociados a este componente.

Estudios:

Abogado con experiencia específica mínima de diez (10) años en el ejercicio profesional, con participación comprobada como asesor jurídico en la estructuración, análisis o acompañamiento contractual de proyectos de alumbrado público, acreditable mediante al menos tres (3) certificaciones expedidas por entidades públicas o privadas.

Un especialista en planeación urbana y gestión del espacio público, responsable de apoyar el análisis de la inserción del sistema de alumbrado público dentro del ordenamiento territorial y las dinámicas urbanas de Bogotá. Este perfil deberá concentrarse en la compatibilidad del servicio con los instrumentos de planeación urbana, la normativa distrital y las condiciones físicas y funcionales del espacio público, evitando extender su intervención a ámbitos ajenos al objeto del estudio.

El especialista deberá acreditar experiencia en la aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial, gestión del espacio público o planeación urbana en contextos metropolitanos, con capacidad para identificar restricciones, condicionantes y oportunidades asociadas a la implantación, reposición o modernización de infraestructura de alumbrado público. Su análisis deberá considerar aspectos como localización de infraestructura, ocupación del espacio público, coexistencia con otros servicios y compatibilidad con proyectos urbanos.

Este perfil será responsable de articular el análisis urbano con los componentes técnico y jurídico del estudio, particularmente en lo relacionado con la viabilidad territorial de las alternativas de modelo y con las condiciones para la implementación de eventuales usos complementarios de la infraestructura, siempre dentro de los límites definidos por el ordenamiento jurídico y sin afectar la prestación del servicio público de alumbrado.

El especialista en planeación urbana y gestión del espacio público actuará como perfil de soporte especializado, con dedicación parcial, garantizando que las propuestas del estudio sean territorialmente viables, coherentes con el POT y con las regulaciones distritales aplicables.

Estudios:

Ingeniero Forestal, Ingeniero Geodesta o Ingeniero Ambiental, con estudios de posgrado en áreas relacionadas con sistemas de información geográfica, planeación territorial, gestión ambiental urbana, ingeniería eléctrica o sistemas, orientados al análisis de infraestructura urbana. Deberá acreditar experiencia en la evaluación territorial y urbana de infraestructura de alumbrado público, incluyendo su localización, implantación en el espacio público, compatibilidad con instrumentos de planeación y análisis de restricciones ambientales o urbanísticas, demostrable mediante al menos dos (2) certificaciones en las que haya participado en procesos de análisis, administración o gestión de información territorial asociada a sistemas de alumbrado público.

Un especialista en supervisión, interventoría y control de contratos, encargado de estructurar los esquemas de supervisión, indicadores de desempeño, mecanismos de auditoría y reglas de control del servicio.

4.3 Perfiles asociados a tecnología, FNCER e IA

Comentado [GC18]: Se recomienda adicionar un perfil especializato en IoT/telecomunicaciones/soluciones urbanas distinto, y complementario, al perfil de especialista en alumbrado inteligente. Este perfil adicional se encargaría de la definición y análisis de las condiciones habilitantes a incorporar en el nuevo modelo de alumbrado público, para habilitar el futuro despliegue de la solución de IoT/ciudad inteligente

Dada la prioridad técnica y tecnológica del estudio, la consultoría deberá contar con perfiles específicos en los siguientes campos:

Un especialista en tecnologías de alumbrado inteligente, telemedición, telegestión y SMART CITIES, responsable de apoyar el análisis de las capacidades tecnológicas habilitantes del servicio de alumbrado público, desde una perspectiva estratégica, neutral e interoperable. Este profesional deberá evaluar arquitecturas tecnológicas, estándares y funcionalidades requeridas para la evolución del sistema, sin promover soluciones propietarias, marcas específicas o configuraciones cerradas.

El especialista deberá acreditar experiencia comprobada en plataformas de telegestión, sistemas de monitoreo en tiempo real, interoperabilidad entre sistemas y uso de estándares abiertos aplicables a redes de alumbrado público. Su rol estará orientado a definir requerimientos tecnológicos funcionales, criterios de compatibilidad y lineamientos de integración que permitan la evolución progresiva del sistema, garantizando flexibilidad tecnológica y evitando dependencias de largo plazo.

Este perfil deberá analizar los impactos técnicos y operativos de la incorporación de tecnologías inteligentes sobre la operación, el mantenimiento, la supervisión y la gestión de activos del sistema, así como su articulación con los estándares de calidad, los niveles de servicio y los mecanismos de control. Así mismo, deberá identificar riesgos tecnológicos, requerimientos de ciberseguridad y condiciones de escalabilidad asociadas a las alternativas evaluadas.

Comentado [GC19]: y las condiciones habilitantes requeridas

El especialista en tecnologías de alumbrado inteligente actuará como perfil de soporte técnico especializado, articulando su trabajo con el coordinador técnico–operativo y el coordinador económico–financiero, y no hará parte del núcleo decisorio del estudio. Su participación deberá ser efectiva y verificable en los componentes tecnológicos del análisis, con dedicación acorde con la complejidad de las tareas asignadas.

Estudios:

Profesional en NBC de: Ingeniería de Sistemas, telemática y afines; y/o Ingeniera electrónica, telecomunicaciones y afines; y/o Ingeniera eléctrica y afines.

Posgrado a nivel de maestría relacionada con Arquitectura de Software/Arquitectura de Soluciones, y/o Internet de las Cosas (IoT);y/o Ciudades Inteligentes (Smart Cities); y/o Telecomunicaciones. Mínimo 10 años de Experiencia Profesional general.

Mínimo 5 años de experiencia específica, participando en proyectos u operaciones relacionada(o)s con: Diseño o implementación de proyectos de ciudades inteligentes o redes IoT a gran escala, y/o definición de arquitecturas de interoperabilidad o integración de sistemas complejos, y/o transformación digital.

Un especialista en eficiencia energética y Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, con conocimiento específico en aplicaciones de FNCER al alumbrado público y en análisis de viabilidad técnica y económica. Adicionalmente, con conocimiento en aplicación de Regulación CREG vigente y con experiencia en diseño, estructuración, coordinación y ejecución de proyectos relacionados con parque solares.

Estudios:

Profesional en ingeniería; experiencia General: Cinco (5) años de experiencia profesional.
Posgrado en energías renovables o gestión de proyectos

Experiencia Específica: Acreditar tres (3) años de experiencia en diseño, estructuración y desarrollo de parques solares.

Un especialista en analítica de datos, inteligencia artificial y mantenimiento predictivo, responsable de apoyar el análisis de oportunidades tecnológicas asociadas al uso de información operativa del sistema de alumbrado público, con énfasis en la optimización del desempeño, la eficiencia operativa y el soporte a los mecanismos de supervisión y control del servicio. Este perfil deberá actuar como habilitador técnico y no como diseñador de plataformas integrales de ciudad inteligente.

Comentado [GC20]: Se recomienda que este perfil incluya conocimientos en arquitectura de datos urbanos, interoperabilidad y gobierno de datos, que permita formular también condiciones habilitantes desde el punto de vista de arquitectura de datos para el futuro despliegue de la solución de IoT/ciudad inteligente

El especialista deberá acreditar experiencia en el análisis de datos operativos de infraestructuras urbanas o sistemas técnicos de gran escala, incluyendo el uso de herramientas de analítica avanzada o modelos predictivos aplicados a mantenimiento, detección de fallas, optimización de recursos y mejora de la disponibilidad del sistema. Su intervención deberá enfocarse en el uso práctico y verificable de los datos generados por el sistema de alumbrado público.

Este perfil será responsable de evaluar de manera preliminar las condiciones bajo las cuales el uso de analítica de datos e inteligencia artificial podría contribuir a la mejora de los procesos de operación, mantenimiento y supervisión del servicio, identificando beneficios potenciales, requerimientos técnicos y riesgos asociados. En ningún caso su rol implicará la definición de soluciones tecnológicas cerradas ni la estructuración de plataformas urbanas de alcance general.

El especialista en analítica de datos e inteligencia artificial actuará como perfil de soporte especializado, con dedicación parcial, y deberá articular su trabajo con los componentes técnico–operativo y tecnológico del estudio, garantizando que las propuestas se mantengan alineadas con la naturaleza del servicio público y con los principios de neutralidad tecnológica y verificabilidad.

Estudios:

Profesional en ingeniería; experiencia General: Cinco (5) años de experiencia profesional.

Experiencia Específica: Acreditar tres (3) años de experiencia específica como administrador SIG y/o desarrollador de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y/o bases de datos relacionados con Sistemas de Información Geográfica y/o experiencia como administrador y/o desarrollador en sistemas de telegestión y/o telemedida, dentro de los cuales deberá acreditar como mínimo un (1) año de experiencia como desarrollador y/o gestor de páginas web y/o aplicativos móviles.

Un especialista en iluminación pública, con conocimiento especifico en diseño, gestión, estructuración y evaluación de sistemas de iluminación eficientes y seguros para alumbrado público, aplicando normativas como el RETILAP, usando software especializado y considerando aspectos técnicos, estéticos y ambientales para mejorar la visibilidad, la seguridad y el bienestar de las personas.

Estudios:

Profesional en ingeniería; experiencia General: Cinco (5) años de experiencia profesional.
Posgrado en iluminación pública.
Diplomado en iluminación y/o curso acreditado en iluminación pública.

Experiencia Específica: Acreditar tres (3) años de experiencia en diseño, estructuración y desarrollo de proyectos de iluminación pública.

Estos perfiles deberán actuar como soporte técnico especializado y no como sustitutos del equipo mínimo.

4.4 Roles y dedicaciones

La propuesta de la consultoría deberá definir con claridad los roles, responsabilidades y niveles de dedicación de cada uno de los profesionales, garantizando coherencia entre el alcance del estudio y la disponibilidad efectiva del equipo. Los perfiles del equipo mínimo deberán contar con dedicación significativa y continua, mientras que los perfiles especializados podrán tener

dedicaciones parciales, siempre que se garantice su participación efectiva en los componentes que les correspondan.

La distribución de roles deberá permitir trazabilidad entre cada componente del estudio y los profesionales responsables de su desarrollo.

4.5 Requisitos de experiencia y formación

Todos los profesionales propuestos deberán acreditar formación académica pertinente y experiencia específica en los temas a su cargo. La experiencia deberá estar relacionada con proyectos comparables por complejidad, escala y naturaleza institucional, preferiblemente en servicios públicos, infraestructura urbana, energía o ciudades inteligentes.

El equipo deberá demostrar experiencia previa en trabajos de carácter estratégico, con capacidad de producir insumos técnicos y jurídicos utilizables en procesos de toma de decisiones, estudios previos y estructuración contractual.

5. EFICIENCIA ENERGÉTICA, TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y FNCER

La eficiencia energética, la modernización tecnológica y la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable constituyen ejes estratégicos para la evolución del servicio público de alumbrado público en Bogotá, en tanto permiten mejorar la calidad del servicio, optimizar los costos de operación y contribuir a los objetivos de sostenibilidad y transición energética de la ciudad. El análisis de estos elementos se aborda en el presente capítulo desde una perspectiva técnica, operativa e institucional, orientada a identificar oportunidades y condiciones de implementación, sin alterar la naturaleza ni el régimen jurídico del servicio público de alumbrado, y estableciendo criterios claros para su evaluación en el marco de los modelos de prestación que se analicen.

5.1 Eficiencia energética aplicada al servicio de alumbrado público

La eficiencia energética constituye un principio estructural del servicio de alumbrado público y un criterio transversal para la evaluación de los modelos de prestación que se analicen. Su aplicación se orienta a garantizar niveles adecuados de iluminación, seguridad y continuidad del servicio, minimizando el consumo de energía y optimizando el uso de los recursos públicos, sin comprometer la calidad ni la confiabilidad del sistema.

En el contexto del alumbrado público, la eficiencia energética no se limita a la selección de tecnologías más eficientes, sino que comprende la gestión integral del sistema, incluyendo la correcta planificación de los niveles de iluminación, la adecuación de las luminarias a las características del espacio público, la optimización de los horarios de operación y la reducción de

pérdidas técnicas. Estos elementos deben analizarse de manera conjunta para identificar oportunidades reales de mejora en el desempeño energético del servicio.

La incorporación de criterios de eficiencia energética permite, además, reducir la exposición del servicio a variaciones en los costos de la energía eléctrica, uno de los principales componentes del OPEX. En este sentido, los modelos de prestación deberán considerar mecanismos que incentiven el consumo eficiente, la gestión activa de la demanda y la adopción de prácticas operativas que contribuyan a la estabilidad y sostenibilidad financiera del servicio.

Finalmente, la eficiencia energética debe abordarse como un criterio permanente de gestión y no como una intervención puntual. Por ello, la evaluación de alternativas de modelo deberá incorporar indicadores verificables de desempeño energético, mecanismos de seguimiento y la capacidad de ajustar progresivamente el sistema a nuevas condiciones tecnológicas, normativas o urbanas, garantizando la evolución del servicio sin afectar su naturaleza como servicio público esencial.

5.2 Modernización tecnológica y reducción de OPEX

La modernización tecnológica del sistema de alumbrado público constituye uno de los principales mecanismos para la reducción estructural de los costos de operación y mantenimiento (OPEX), siempre que se aborde desde una perspectiva integral que considere no solo la incorporación de nuevas tecnologías, sino su impacto real sobre la confiabilidad del sistema, la gestión operativa y el ciclo de vida de los activos. En este sentido, la modernización no debe entenderse como un proceso de sustitución puntual de luminarias, sino como una transformación del modelo técnico de prestación del servicio, orientada a mejorar el desempeño, reducir fallas y optimizar los procesos asociados a la operación.

Desde el punto de vista técnico, la modernización implica la adopción de tecnologías con mayor eficacia lumínica, mayor vida útil y mejor desempeño térmico y eléctrico, lo que permite reducir la frecuencia de intervenciones de mantenimiento correctivo y preventivo. La disminución de fallas, junto con la estabilidad de los componentes electrónicos, tiene un efecto directo sobre la reducción de costos asociados a cuadrillas, repuestos, logística y atención de eventos no programados. No obstante, estos beneficios solo se materializan cuando las tecnologías seleccionadas responden a criterios técnicos adecuados al contexto urbano, ambiental y operativo de la ciudad, y no únicamente a parámetros nominales de eficiencia.

La incorporación de sistemas de telegestión y monitoreo representa un componente clave de la modernización tecnológica con impacto directo sobre el OPEX. La capacidad de supervisar el estado de las luminarias, detectar fallas en tiempo real, gestionar perfiles de operación y programar mantenimientos de manera predictiva permite transitar de esquemas reactivos a esquemas de gestión proactiva del sistema. Esta transformación reduce tiempos de atención,

optimiza el uso de recursos y mejora la disponibilidad del servicio, siempre que los sistemas de telegestión sean interoperables, escalables y compatibles con los procesos institucionales de supervisión y control.

La modernización tecnológica también incide en la reducción del OPEX mediante la optimización de la gestión administrativa del servicio. La integración de plataformas de gestión, inventarios georreferenciados, sistemas de reporte y seguimiento de PQRS, y herramientas de analítica de datos permite mejorar la trazabilidad de las operaciones, reducir reprocesos y fortalecer la toma de decisiones. Estos elementos, aunque no visibles directamente en el espacio público, generan eficiencias operativas significativas y contribuyen a una gestión más eficiente del contrato y del servicio.

No obstante, la reducción del OPEX asociada a la modernización tecnológica no es automática ni garantizada. Existen riesgos de incremento de costos cuando la modernización se basa en soluciones cerradas, dependientes de proveedores específicos o con altos costos de licenciamiento, soporte o actualización. En estos casos, los ahorros en energía o mantenimiento pueden verse compensados o superados por nuevos costos tecnológicos. Por ello, la evaluación de alternativas de modernización deberá incorporar un análisis detallado del costo total de propiedad, incluyendo costos de operación, soporte, actualización tecnológica, capacitación y eventual sustitución de componentes.

Desde una perspectiva estratégica, la modernización tecnológica debe alinearse con el modelo de remuneración y con los incentivos del prestador del servicio. La reducción efectiva del OPEX depende de que los esquemas contractuales reconozcan y estimulen la eficiencia operativa, evitando estructuras que trasladen ineficiencias al Distrito o que desincentiven la inversión en tecnologías que reduzcan costos en el largo plazo. En este sentido, la consultoría deberá evaluar cómo los distintos modelos de prestación pueden incorporar la modernización tecnológica como un factor estructural de eficiencia, sin comprometer el control institucional ni la sostenibilidad del servicio.

Finalmente, la modernización tecnológica debe concebirse como un proceso progresivo y adaptable, que permita la incorporación de nuevas soluciones a medida que estas demuestren madurez técnica y viabilidad económica. La capacidad del sistema para evolucionar tecnológicamente sin generar disrupciones operativas ni dependencias estructurales es un elemento central para garantizar que la reducción del OPEX sea sostenible en el tiempo y compatible con los objetivos de calidad, eficiencia y continuidad del servicio público de alumbrado público.

5.3 Alumbrado público solar y soluciones FNCER

Comentado [GC21]: Se recomienda incorporar en el estudio un análisis del impacto del uso de estas fuentes en el futuro abastecimiento energético de dispositivos y redes de IoT a ser intalados sobre la infraestructura de alumbrado

SOLICITUD ESTUDIO DE MERCADO

Consultoría para la evaluación y recomendación de un nuevo modelo de prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá D.C.
Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP
Subdirección de Servicios Funerarios y Alumbrado Público – SSFAP

El alumbrado público solar y, en general, la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) en el servicio de alumbrado público, constituyen una alternativa técnica que puede contribuir a los objetivos de eficiencia energética, reducción de emisiones y resiliencia del sistema, siempre que su implementación se fundamente en criterios técnicos, operativos y económicos rigurosos. En el contexto de Bogotá, estas soluciones deben evaluarse de manera diferenciada y selectiva, atendiendo a las condiciones urbanas, climáticas y operativas del sistema, y evitando su adopción como una solución universal.

Desde el punto de vista técnico, las soluciones de alumbrado público solar suelen basarse en sistemas autónomos que integran paneles fotovoltaicos, sistemas de almacenamiento en baterías, luminarias de alta eficiencia y controladores electrónicos. Este tipo de soluciones presenta ventajas en contextos específicos, como áreas sin acceso a red eléctrica, zonas de difícil conexión, espacios públicos aislados o proyectos piloto con objetivos demostrativos. No obstante, su desempeño depende de variables como la radiación solar efectiva, la correcta orientación y dimensionamiento de los paneles, la capacidad y degradación de las baterías, y las condiciones de seguridad física del equipamiento.

En términos operativos, el alumbrado público solar introduce retos particulares asociados a la gestión del almacenamiento energético, el mantenimiento de baterías y la protección de los componentes frente a vandalismo, hurto o deterioro ambiental. Estos factores inciden directamente en la confiabilidad del servicio y en los costos de operación a lo largo del tiempo. Por ello, la evaluación de estas soluciones debe considerar no solo los beneficios energéticos teóricos, sino también la capacidad institucional y contractual para gestionar los riesgos operativos asociados.

Desde una perspectiva económica, las soluciones FNCER en alumbrado público presentan una estructura de costos diferente a la de los sistemas conectados a red, con mayores inversiones iniciales (CAPEX) y menores costos recurrentes de energía, pero con costos relevantes asociados al reemplazo de baterías y al mantenimiento especializado. En consecuencia, la viabilidad económica de estas soluciones debe analizarse con base en el costo total de propiedad y en horizontes de tiempo consistentes con la vida útil real de los componentes críticos, evitando comparaciones simplificadas basadas únicamente en el ahorro de energía eléctrica.

La incorporación de FNCER en el alumbrado público también puede evaluarse bajo esquemas híbridos, en los que la generación renovable complementa el suministro de energía desde la red, ya sea mediante sistemas fotovoltaicos conectados a red o soluciones de autoconsumo para determinadas instalaciones asociadas al servicio. Estos esquemas pueden contribuir a la reducción de la demanda energética del sistema y a la diversificación de fuentes, siempre que se garantice su compatibilidad técnica con la infraestructura existente y con el régimen regulatorio aplicable.

En el marco del presente Estudio de Mercado, el análisis del alumbrado público solar y de las soluciones FNCER se orienta a identificar los escenarios en los cuales estas alternativas resultan técnica y operativamente viables, así como los criterios que deben cumplirse para su eventual incorporación en los modelos de prestación del servicio. Dicho análisis permitirá que la consultoría evalúe estas soluciones como parte de un portafolio de opciones, sin comprometer la continuidad, calidad ni naturaleza del servicio público de alumbrado.

5.4 Viabilidad técnica y operativa de soluciones FNCER

La viabilidad técnica y operativa de las soluciones basadas en fuentes no convencionales de energía renovable en el servicio de alumbrado público depende de condiciones específicas del entorno urbano, del diseño del sistema y de la capacidad de gestión del prestador. En ciudades densas y consolidadas como Bogotá, estas soluciones resultan viables principalmente en escenarios puntuales, donde las condiciones de radiación, seguridad física, accesibilidad para mantenimiento y necesidades del servicio lo permiten.

Desde el punto de vista técnico, la viabilidad está condicionada por el adecuado dimensionamiento de los sistemas de generación y almacenamiento, la confiabilidad de los componentes críticos y su compatibilidad con los niveles de servicio exigidos. La degradación de baterías, la variabilidad de la generación y la necesidad de garantizar continuidad del servicio imponen restricciones que deben ser evaluadas con criterios conservadores y verificables.

En términos operativos, la implementación de FNCER exige capacidades específicas para la gestión del mantenimiento, la reposición de componentes y la atención de fallas, así como mecanismos de monitoreo que permitan anticipar eventos críticos. La ausencia de estas capacidades puede traducirse en mayores costos operativos y en afectaciones a la calidad del servicio.

Por lo anterior, las soluciones FNCER deberán considerarse como alternativas complementarias, aplicables en contextos específicos y bajo condiciones claramente definidas, y no como sustitutos generalizados de los sistemas de alumbrado público conectados a red. La consultoría deberá identificar dichos contextos y establecer criterios técnicos y operativos que permitan evaluar su conveniencia caso a caso.

5.5 Integración de FNCER sin afectación del régimen del servicio público

La incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable en el servicio de alumbrado público debe realizarse de manera que no altere la naturaleza, finalidad ni el régimen jurídico del servicio público. En este sentido, las soluciones FNCER deben entenderse como un medio técnico para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y resiliencia del sistema, y no como un elemento que

modifique las competencias institucionales, los mecanismos de financiación ni las obligaciones propias del prestador del servicio.

Desde una perspectiva institucional y regulatoria, la integración de FNCER deberá garantizar que el servicio de alumbrado público continúe prestándose bajo los principios de continuidad, calidad y cobertura, con independencia de la fuente de energía utilizada. La eventual generación renovable asociada al servicio no podrá dar lugar a esquemas que condicionen la prestación del servicio a ingresos o actividades ajenas a su objeto principal, ni a estructuras que desdibujen la separación funcional y financiera entre el servicio público y otros aprovechamientos de la infraestructura.

Así mismo, la incorporación de FNCER deberá articularse con los esquemas de remuneración y supervisión del servicio, de forma que los beneficios derivados de la eficiencia energética y la reducción de costos sean transparentes, verificables y atribuibles al desempeño del sistema. Cualquier esquema de integración deberá permitir el control institucional, la trazabilidad de inversiones y la adecuada asignación de riesgos, evitando dependencias tecnológicas o financieras que comprometan la sostenibilidad del servicio.

En consecuencia, el análisis de FNCER en el marco del presente Estudio de Mercado se orienta a establecer criterios y condiciones para su incorporación responsable y gradual, asegurando que dichas soluciones se integren al modelo de prestación del servicio de alumbrado público como un componente técnico complementario, plenamente compatible con su régimen jurídico y con los objetivos de largo plazo de la ciudad.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

El análisis de riesgos constituye un componente transversal del presente Estudio de Mercado, en la medida en que permite identificar, evaluar y anticipar los factores que pueden afectar la viabilidad, sostenibilidad y correcta implementación de los distintos modelos de prestación del servicio público de alumbrado público que se analicen. Este ejercicio no se orienta a la asignación contractual definitiva de riesgos, sino a la identificación temprana de aquellos elementos críticos que deben ser considerados en la estructuración de alternativas y en la toma de decisiones institucionales posteriores.

El análisis se desarrolla reconociendo la naturaleza del alumbrado público como servicio público esencial, la complejidad técnica y operativa de su infraestructura, la diversidad de esquemas contractuales posibles y la eventual incorporación de tecnologías y usos complementarios. En este contexto, los riesgos se abordan desde una perspectiva integral, diferenciando aquellos asociados al servicio público en sí mismo, los riesgos técnicos, jurídicos y financieros, los vinculados a usos complementarios de la infraestructura y los relacionados con ciberseguridad y gestión de datos.

La identificación y caracterización de estos riesgos constituye un insumo fundamental para el análisis comparado de alternativas de modelo, la definición de estrategias de mitigación y la adecuada asignación de responsabilidades, contribuyendo a fortalecer la planeación del servicio y a reducir la exposición del Distrito a contingencias operativas, financieras o institucionales.

6.1 Riesgos asociados al servicio público de alumbrado

El servicio de alumbrado público, por su carácter esencial y no domiciliario, se encuentra expuesto a un conjunto de riesgos estructurales asociados a su continuidad, calidad y sostenibilidad, los cuales deben ser identificados y analizados como parte integral del presente Estudio de Mercado. Estos riesgos no dependen exclusivamente del modelo contractual que se adopte, sino de la forma en que el servicio es planificado, gestionado y controlado por la entidad territorial.

Uno de los riesgos principales está relacionado con la interrupción o degradación del servicio, derivada de deficiencias en la operación, mantenimiento o reposición oportuna de los activos. La falta de una adecuada gestión del ciclo de vida de la infraestructura puede afectar los niveles de iluminación, la seguridad eléctrica y la disponibilidad del sistema, con impactos directos sobre el espacio público y la percepción ciudadana.

Adicionalmente, existen riesgos asociados a la pérdida de capacidad de control institucional sobre el servicio, particularmente cuando los esquemas de prestación no delimitan de manera clara las responsabilidades entre la entidad territorial y el prestador. La insuficiente definición de estándares, niveles de servicio y mecanismos de supervisión puede generar asimetrías de información, debilitar la rectoría pública y dificultar la toma de decisiones oportunas.

El servicio también enfrenta riesgos vinculados a su sostenibilidad financiera, cuando los costos de operación, mantenimiento, energía o reposición no se encuentran adecuadamente identificados, actualizados o cubiertos por las fuentes de financiación disponibles. La ausencia de una visión de mediano y largo plazo en la planeación del servicio puede comprometer su continuidad y limitar la capacidad de modernización del sistema.

Finalmente, se identifican riesgos derivados de procesos de modernización tecnológica mal articulados con la naturaleza del servicio, que pueden generar dependencias técnicas, rigidez operativa o incompatibilidades con la normativa vigente. La adopción de soluciones sin criterios de interoperabilidad, escalabilidad o neutralidad tecnológica puede afectar la evolución futura del sistema y aumentar los costos de gestión.

La identificación de estos riesgos constituye un insumo fundamental para la evaluación comparada de alternativas de modelo de prestación y para la definición de estrategias de

mitigación y asignación de riesgos que preserven la continuidad, calidad y sostenibilidad del servicio público de alumbrado público.

6.2 Riesgos técnicos, jurídicos y financieros

Los riesgos técnicos, jurídicos y financieros asociados al servicio de alumbrado público se encuentran estrechamente interrelacionados y pueden incidir de manera significativa en la viabilidad de los modelos de prestación que se analicen. Su identificación resulta indispensable para evaluar la solidez de las alternativas y para anticipar posibles contingencias durante la estructuración y eventual implementación de los esquemas propuestos.

Desde el punto de vista técnico, se identifican riesgos asociados a la falta de información confiable y actualizada sobre el estado de los activos, su vida útil, desempeño y condiciones reales de operación. Deficiencias en los inventarios, en la caracterización del sistema o en la definición de estándares técnicos pueden generar errores en la planeación de inversiones, en la estimación de costos y en la definición de niveles de servicio, afectando la coherencia de los modelos analizados.

En el ámbito jurídico, los riesgos se relacionan principalmente con la inadecuada delimitación de competencias, la selección de esquemas contractuales no compatibles con la naturaleza del servicio o la incorporación de obligaciones que excedan el marco normativo aplicable. La falta de claridad en la asignación de responsabilidades, en los mecanismos de supervisión o en los instrumentos jurídicos aplicables puede generar controversias contractuales, dificultades en la ejecución y exposición a litigios o reclamaciones.

Desde la perspectiva financiera, los riesgos se asocian a la incorrecta estimación de los costos del servicio, en particular aquellos relacionados con la operación, el mantenimiento, la reposición de activos y el suministro de energía eléctrica. La ausencia de mecanismos adecuados de actualización de costos, la subestimación de inversiones requeridas o una asignación ineficiente de riesgos financieros pueden comprometer la sostenibilidad del servicio y generar presiones fiscales o contractuales no previstas.

Adicionalmente, se identifican riesgos derivados de la falta de alineación entre los componentes técnicos, jurídicos y financieros del modelo. La desconexión entre estos elementos puede dar lugar a esquemas inviables en la práctica, aun cuando resulten formalmente correctos desde una perspectiva parcial. Por ello, el análisis integral de estos riesgos constituye un insumo clave para la evaluación comparada de alternativas y para la definición de estrategias de mitigación que aseguren la coherencia y viabilidad de los modelos de prestación del servicio.

6.3 Riesgos asociados a usos complementarios

Los usos complementarios de la infraestructura de alumbrado público introducen un conjunto específico de riesgos que deben ser analizados de manera diferenciada, en tanto no hacen parte del núcleo del servicio público, pero pueden incidir en su gestión, gobernanza y sostenibilidad. Estos riesgos se derivan principalmente de la utilización accesoria de activos afectos al servicio para fines distintos a la iluminación del espacio público.

Uno de los riesgos más relevantes es la desnaturalización del servicio público, cuando los usos complementarios adquieren un peso operativo, financiero o estratégico que desplaza la finalidad principal del alumbrado público. La ausencia de una separación funcional, jurídica y financiera clara entre el servicio y los usos accesorios puede generar conflictos de interés, afectar la priorización de inversiones y debilitar la rectoría pública sobre el sistema.

Existen también riesgos jurídicos asociados a la implementación de usos complementarios sin un sustento normativo suficiente o sin la utilización de instrumentos jurídicos diferenciados. La falta de claridad en la habilitación legal, en la titularidad de los activos, en los derechos de explotación o en las responsabilidades asociadas puede dar lugar a controversias contractuales, cuestionamientos por parte de órganos de control o dificultades en la gestión institucional.

Desde una perspectiva operativa y financiera, los usos complementarios pueden introducir riesgos relacionados con la interferencia en la operación del servicio, el incremento de costos de mantenimiento o la generación de dependencias financieras indebidas. En particular, la vinculación de la sostenibilidad del servicio a ingresos derivados de usos accesorios expone al sistema a variaciones de mercado, decisiones de terceros o cambios regulatorios ajenos a la prestación del servicio público.

Adicionalmente, se identifican riesgos de fragmentación institucional y de gobernanza, cuando la gestión de los usos complementarios involucra múltiples actores sin una coordinación clara o sin mecanismos de supervisión adecuados. Esta situación puede dificultar el control sobre la infraestructura, la trazabilidad de decisiones y la correcta asignación de responsabilidades.

La identificación de estos riesgos permite establecer criterios claros para el análisis de viabilidad de los usos complementarios y para la definición de condiciones bajo las cuales dichos usos podrían evaluarse en el marco de los modelos de prestación, sin comprometer la naturaleza, continuidad y sostenibilidad del servicio público de alumbrado.

6.4 Riesgos de ciberseguridad y gestión de datos

La incorporación de tecnologías digitales, sistemas de telegestión, sensores y plataformas de monitoreo en el servicio de alumbrado público introduce riesgos específicos asociados a la ciberseguridad y a la gestión de datos, los cuales deben ser considerados de manera expresa en el análisis de las alternativas de modelo de prestación. Estos riesgos adquieren especial relevancia

en escenarios de modernización tecnológica y en la eventual articulación del sistema con otras plataformas urbanas.

Uno de los principales riesgos se relaciona con la vulnerabilidad de los sistemas tecnológicos frente a accesos no autorizados, ataques cibernéticos o fallas de seguridad, que pueden afectar la disponibilidad, integridad o confidencialidad de la información, e incluso comprometer la operación del servicio. La ausencia de arquitecturas seguras, protocolos de protección y prácticas adecuadas de gestión de la información incrementa la exposición del sistema a incidentes que pueden tener impactos operativos y reputacionales significativos.

En materia de gestión de datos, se identifican riesgos asociados a la generación, almacenamiento y uso de información proveniente de los sistemas de alumbrado inteligente y de los dispositivos asociados. La falta de definición clara sobre la titularidad de los datos, los niveles de acceso, las responsabilidades en su administración y las condiciones de uso puede generar conflictos jurídicos, dificultades de control y riesgos de incumplimiento de la normativa aplicable en materia de protección de datos y seguridad de la información.

Adicionalmente, la dependencia de plataformas tecnológicas cerradas o de proveedores únicos puede generar riesgos de bloqueo tecnológico, limitando la capacidad de evolución del sistema y dificultando la interoperabilidad con otras soluciones. Este tipo de dependencia incrementa los costos de largo plazo y reduce la capacidad de control institucional sobre los activos tecnológicos y la información generada.

Estos riesgos hacen necesario que las alternativas de modelo de prestación consideren criterios de ciberseguridad, gobernanza de datos, interoperabilidad y neutralidad tecnológica desde su fase de diseño, de manera que la modernización del servicio no comprometa su continuidad, control ni sostenibilidad, y permita una gestión segura y responsable de la información asociada al sistema de alumbrado público.

6.5 Estrategias de mitigación y asignación de riesgos

Las estrategias de mitigación y asignación de riesgos constituyen un elemento central para la evaluación comparada de las alternativas de modelo de prestación del servicio de alumbrado público. En el marco del presente Estudio de Mercado, dichas estrategias se abordan desde una perspectiva analítica y prospectiva, orientada a identificar mecanismos que reduzcan la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y minimicen su impacto, sin definir aún la asignación contractual definitiva.

La mitigación de riesgos asociados al servicio público requiere, en primer lugar, una adecuada planeación del sistema, basada en información técnica confiable, estándares claros de calidad y niveles de servicio verificables. La definición precisa de responsabilidades, mecanismos de

supervisión y esquemas de seguimiento permite reducir riesgos operativos y fortalecer la rectoría institucional, independientemente del modelo contractual que se adopte.

En relación con los riesgos técnicos, jurídicos y financieros, la principal estrategia de mitigación consiste en asegurar la coherencia entre los distintos componentes del modelo, evitando soluciones fragmentadas o inconexas. La articulación entre los análisis técnicos, económicos y jurídicos permite identificar tempranamente inconsistencias, ajustar supuestos y mejorar la sostenibilidad de las alternativas evaluadas. Así mismo, la asignación de riesgos deberá orientarse hacia la parte que se encuentre en mejor capacidad de gestionarlos, conforme a criterios de eficiencia y control.

Para los riesgos asociados a usos complementarios, la estrategia de mitigación se basa en la preservación de la separación funcional, jurídica y financiera entre el servicio público de alumbrado y los aprovechamientos accesorios de su infraestructura. El uso de instrumentos jurídicos diferenciados, reglas claras de gobernanza y mecanismos específicos de supervisión permite limitar la exposición del servicio a riesgos ajenos a su objeto principal.

En materia de ciberseguridad y gestión de datos, las estrategias de mitigación deben considerar la adopción de criterios de seguridad desde el diseño de las soluciones tecnológicas, la definición de políticas de gobernanza de datos y la exigencia de estándares de interoperabilidad y neutralidad tecnológica. Estas medidas permiten reducir riesgos de dependencia tecnológica, proteger la información y garantizar la continuidad operativa del sistema.

La identificación de estas estrategias de mitigación y de criterios generales de asignación de riesgos constituye un insumo fundamental para la estructuración posterior de los estudios previos, los términos de referencia y los esquemas contractuales, contribuyendo a una toma de decisiones informada y a la reducción de contingencias durante la ejecución de los modelos de prestación del servicio de alumbrado público.

7. CONCLUSIONES ESTRATÉGICAS

El presente capítulo sintetiza los principales hallazgos del Estudio de Mercado y traduce los análisis técnicos, jurídicos, económicos y tecnológicos desarrollados a lo largo del documento en conclusiones estratégicas orientadas a la toma de decisiones institucionales. Estas conclusiones no definen un modelo definitivo de prestación del servicio de alumbrado público, pero sí delimitan con claridad los escenarios viables, los criterios críticos de evaluación y las condiciones habilitantes para la estructuración del nuevo modelo para Bogotá.

7.1 Matriz DOFA del servicio de alumbrado público y de los modelos de prestación evaluados

Como síntesis transversal de los análisis desarrollados, se presenta la siguiente matriz DOFA, la cual integra los factores internos y externos que inciden en la prestación del servicio de alumbrado público en Bogotá y en la evaluación de los distintos modelos analizados:

Fortalezas

El Distrito cuenta con un marco normativo claro que reconoce el carácter esencial del servicio de alumbrado público, así como con una institucionalidad consolidada para su gestión y supervisión. Existe una base instalada de infraestructura y una experiencia acumulada en la operación del servicio, lo que permite contar con información histórica relevante para la planeación futura. Adicionalmente, la ciudad dispone de capacidades técnicas e institucionales que facilitan la adopción de procesos de modernización tecnológica y la articulación con políticas de ciudad inteligente.

Oportunidades

La transición hacia tecnologías eficientes y sistemas de alumbrado inteligente, el desarrollo de soluciones basadas en FNCER y la integración del alumbrado público como plataforma habilitante de servicios urbanos complementarios representan oportunidades significativas para mejorar la calidad del servicio y optimizar su sostenibilidad. Asimismo, la existencia de un mercado consultor especializado a nivel nacional e internacional abre la posibilidad de estructurar modelos innovadores, adaptados a la complejidad y escala de Bogotá D.C.

Debilidades

Se identifican limitaciones asociadas a la calidad y actualización de la información técnica de los activos, así como a la rigidez de esquemas contractuales históricos que dificultan la adaptación del servicio a nuevas necesidades. Persisten retos en la articulación integral de los componentes técnico, jurídico y financiero, así como en la definición de mecanismos de remuneración y supervisión plenamente alineados con la evolución tecnológica del servicio.

Amenazas

El servicio enfrenta riesgos derivados de la obsolescencia tecnológica, la dependencia de proveedores o soluciones cerradas, las presiones fiscales y los riesgos jurídicos asociados a esquemas contractuales inadecuados. A ello se suman los riesgos de ciberseguridad y de gestión de datos derivados de la incorporación de tecnologías inteligentes, así como la posible desnaturalización del servicio frente a usos complementarios no debidamente regulados.

La matriz DOFA permite identificar los factores críticos que deben ser considerados en la estructuración del nuevo modelo, orientando la toma de decisiones hacia esquemas que

potencien las fortalezas, aprovechen las oportunidades, mitiguen las debilidades y gestionen adecuadamente las amenazas identificadas.

7.2 Síntesis de escenarios viables

Del análisis comparado de alternativas se desprenden varios escenarios viables para la evolución del servicio de alumbrado público en Bogotá, que incluyen esquemas de gestión directa fortalecida, modelos concesionales, asociaciones público-privadas y esquemas híbridos o escalonados. Estos escenarios comparten como condición común la necesidad de una planeación integral, una definición clara de roles y responsabilidades y una adecuada articulación entre los componentes técnicos, jurídicos y financieros.

Los escenarios más consistentes son aquellos que permiten flexibilidad para la modernización tecnológica, garantizan el control institucional del servicio y facilitan la adaptación a cambios normativos o tecnológicos futuros. La viabilidad de cada escenario dependerá, en última instancia, de las decisiones estratégicas que adopte el Distrito en relación con el nivel de control deseado, la asignación de riesgos y la forma de financiar las inversiones requeridas.

7.3 Recomendaciones estratégicas para la toma de decisiones

Con base en los hallazgos del estudio, se recomienda que las decisiones institucionales sobre el nuevo modelo de prestación del servicio se orienten a fortalecer la planeación de largo plazo, asegurar la sostenibilidad del servicio y preservar su naturaleza como servicio público esencial. Resulta estratégico priorizar modelos que permitan una incorporación gradual de tecnologías inteligentes, sin generar dependencias técnicas o financieras que comprometan la autonomía del Distrito.

Así mismo, se recomienda que los usos complementarios de la infraestructura de alumbrado público se evalúen como elementos accesorios, bajo instrumentos jurídicos diferenciados y sin afectar la financiación ni la gestión del servicio. Las decisiones sobre modalidad contractual, esquemas de remuneración y mecanismos de supervisión deberán basarse en criterios de eficiencia, control y transparencia, apoyados en los insumos técnicos generados por la consultoría.

...

Comentado [GC22]: Se recomienda señalar que el modelo futuro deberá permitir consolidar el sistema de alumbrado público como una infraestructura urbana multifuncional, sin alterar la naturaleza del servicios público ni sus límites funcionales, financieros y jurídicos

Comentado [GC23]: No se encontró la sección 7.4 "Hoja deruta para la estructuracion del nuevo modelo" incluida en el índice del documento