ANEXO TÉCNICO

OBJETO: CONTRATAR EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, INTEGRACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA CENTRAL DE GESTIÓN Y CONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE IBAGUÉ, PARA EL INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ – INFIBAGUÉ.

---

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este documento es establecer las especificaciones técnicas y operacionales mínimas para la implementación, integración o comunicación y puesta en marcha del sistema de administración, monitoreo y control del alumbrado público y un software de gestión SIAP (Sistema de Información de Alumbrado Público), que permita al municipio contar con un inventario georreferenciado, actualizado y confiable de la infraestructura de alumbrado público, así como herramientas tecnológicas para la gestión eficiente del mantenimiento, la atención de fallas, analíticas de datos para la toma de decisiones; adicionalmente el suministro e instalación de equipos de Video Wall, todo esto con el fin de optimizar la operación, el mantenimiento y la eficiencia energética de la infraestructura de iluminación pública del municipio de Ibagué, generando transformación digital, con lo cual se mejorara la calidad del servicio prestado a la ciudadanía y se optimizar el uso de los recursos del municipio.

2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

6LoWPAN: Norma del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) que define un enfoque para el enrutamiento del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) en redes inalámbricas de baja potencia, utilizando una representación compacta de IPv6.

Alarma: Defecto importante detectado por un controlador de luminaria o una puerta de enlace. Las alarmas son una de las categorías de informes.

Alerta: Defecto menor detectado por un controlador de luminaria o una puerta de enlace. Las alertas son una de las categorías de informes.

AMS: Sistema de Gestión de Activos (del inglés Asset Management Systems).

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Normas (del inglés American National Standards Institute).

API, interfaz de programación de aplicaciones (application programming interface): Colección de métodos de intervención y parámetros asociados utilizados por una pieza de software para solicitar acciones de otra pieza de software.

Autoridad Contratante: Organismo público que inicia (o es beneficiario de) la licitación y debe cumplir la Normativa sobre Adquisiciones Públicas.

Back-end: Partes de una aplicación informática o del código de un programa que permiten su funcionamiento y a las que no puede acceder un usuario.

Big Data: Conjuntos de datos extensos, principalmente en las características de volumen, variedad, velocidad y/o variabilidad, que requieren una tecnología escalable para el almacenamiento, manipulación, gestión y análisis eficiente.

Chip SIM: Módulo de identidad de abonado (SIM), un circuito integrado que almacena de forma segura el número de identidad de suscriptor móvil internacional (IMSI) y su clave relacionada, utilizados para identificar y autenticar a los suscriptores en dispositivos de telefonía móvil.

COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

Controlador con cable: Factor de forma para controladores de iluminación, adecuado para el proceso de reequipamiento. Generalmente con grado de protección IP66 y dimensiones compactas, puede instalarse directamente en el interior o en el poste de alumbrado.

Controlador de Armario de Iluminación (CIL): También llamado Controlador de Segmento/Pilar de Alimentación. Instalado en el interior del pilar de alimentación, proporciona un funcionamiento autónomo para segmentos enteros de instalaciones de alumbrado público. También realiza mediciones trifásicas y análisis de parámetros eléctricos.

Controlador de alumbrado: Término genérico que hace referencia tanto al Controlador de Armario de Iluminación (CIL) como a los Nodos de control de iluminación.

Controlador empotrado: Opción de montaje para un controlador de iluminación, que puede encajar en el interior de las luminarias y puede empotrarse directamente desde la línea de producción de lámparas.

Equipo: Dispositivo de control del alumbrado conectado a la fuente de alimentación de la red de alumbrado: un controlador de luminaria o un controlador de pilar de segmento/alimentador.

eSIM: Especificación global de GSMA que permite el aprovisionamiento remoto de SIM de cualquier dispositivo móvil.

Suceso: Cualquier hecho relacionado con el Equipo ocurrido entre su puesta en servicio y su retirada definitiva, que pueda afectar temporal o permanentemente a sus características, modo de funcionamiento, prestaciones o vida útil.

FIWARE: Plataforma sobre la cual se desarrollan aplicaciones de ciudad inteligente, contando con su propia plataforma abierta donde fabricantes desarrollarían sus aplicaciones y teleceldas.

Firmware: Código ejecutable de un módulo criptográfico que se almacena en el hardware dentro de la frontera criptográfica y que no puede escribirse o modificarse dinámicamente durante la ejecución mientras funciona en un entorno operativo no modificable o limitado.

Fotocontrol: Interruptor fotoeléctrico que controla la iluminación por el nivel de iluminación de la luz del día. También llamado interruptor activado por luz.

Gateway: (puerta de enlace) y/o (concentrador) es un dispositivo de hardware o software que actúa como punto central para conectar, gestionar y traducir la comunicación entre diferentes redes, protocolos o dispositivos, a menudo sirviendo de puente entre dispositivos locales y la nube. Es utilizada comúnmente en telecomunicaciones, para redes de telecomunicaciones que permite que los datos fluyan de una red discreta a otra. Los concentradores se diferencian de los enrutadores o interruptores en que se comunican utilizando más de un protocolo para conectar varias redes.

GIS: Sistemas de Información Geográfica (del inglés Geographic Information System).

GPS: Sistema de posicionamiento global (del inglés Global Positioning System).

Hardware: Todos o parte de los componentes físicos de un sistema de procesamiento de información. NOTA a la entrada: cuando se menciona el término hardware puede referirse a: controlador de luminaria exterior (OLC) para uso de telegestión, luminaria, equipo informático, etc.

IaaS (Infraestructure as a Service): Infraestructura de tecnologías de la información TI entregada como un servicio de suscripción.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional (del inglés International Electrotechnical Commission).

IETF: Internet Engineering Task Force.

Incidente: Confirmación de un defecto en la red de alumbrado público a raíz de un informe que causa o puede causar una interrupción o reducción de la calidad del servicio del alumbrado público.

Infraestructura de TI: Todos los componentes técnicos, el software del sistema, las bases de datos y los archivos de datos y el software de aplicación desplegado, los procedimientos técnicos, y la documentación técnica utilizados para hacer que la información esté disponible.

Intervención: Cualquier acción emprendida, a menudo en respuesta a un incidente. Estas acciones se refieren generalmente a la utilización de la red de alumbrado público, por ejemplo, la resolución de un incidente, una campaña preventiva de sustitución, el apagado o la desconexión del alumbrado público en un contexto cultural. Algunas de estas acciones pueden realizarse a distancia a través del software.

IoT (Internet of Things): (Internet of Things, o Internet de las Cosas en español) es un concepto que se refiere a la interconexión de dispositivos físicos a través de internet, de

manera que puedan intercambiar datos y realizar tareas de forma autónoma o mediante la interacción con otros dispositivos.

ISO: Organización Internacional de normas (del inglés International Standards Organization).

Lámpara o fuente de luz: Elemento eléctrico que produce luz cuando se alimenta en determinadas condiciones precisas. En el caso de una luminaria LED, el término utilizado es "fuente" y no "lámpara".

LEX-M: Módulo para extensión de luminaria (del inglés Luminaire Extension Module).

Lightweight M2M (LwM2M): El protocolo LwM2M, diseñado para la administración remota de dispositivos M2M y la habilitación de servicios relacionados, presenta un diseño arquitectónico basado en REST, define un modelo de datos y recursos extensible y se basa en un estándar de transferencia de datos llamado Protocolo de aplicación restringida (CoAP del inglés Constratint Aplicaction Protocol). LwM2M se basa en estándares de protocolo y seguridad del IETF.

LoRaWAN: La especificación LoRaWAN® es un protocolo de red de baja potencia y área amplia (LPWA– del inglés Low Power, Wide Area) diseñado para conectar de forma inalámbrica "dispositivos" que funcionan con baterías a Internet en redes regionales, nacionales o mundiales, y se centra en requisitos clave de la Internet de las Cosas (IoT).

LTE: Sigla del término Long Term Evolution, empleado en el terreno de las telecomunicaciones como un estándar para la transmisión de datos de alta velocidad.

LTE-M: LTE-M es la abreviatura de LTE Cat-M1 o Long Term Evolution (4G) categoría M1. Consiste en una tecnología hecha para que los dispositivos IoT puedan conectarse directamente a una red 4G, sin necesidad de una puerta de enlace.

Luminaire Extension Module: Módulo de acuerdo con las especificaciones del Libro 18 de Zhaga. Puede ser un módulo Z-LEX-M o un módulo N-LEX-M.

Luminaria o punto de luz: Equipo destinado tanto a alojar la fuente luminosa y sus auxiliares como a difundir la luz.

M2M (Machine-to-Machine M2M): Aplicación que permite la comunicación entre dos o la intervención en el proceso de comunicación.

NB-IoT (Narrow Band-Internet of Things (NB-IoT)): Es una tecnología basada en normas LPWA (Low Power Wide Area) desarrollada para habilitar dispositivos y servicios de IoT con bajos volúmenes de transferencia de datos y bajo consumo de energía.

UNB (Ultra-Narrowband): Banda ultra estrecha, es un método de comunicación inalámbrica que utiliza canales de radio con un ancho de banda extremadamente reducido.

N-LEX-M: Módulo para extensión de luminaria, factor de forma N (del inglés Luminaire Extension Module, form factor N).

NEMA: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (del inglés National Electrical Manufacturers Association).

Conector NEMA: Interfaz física del tipo ANSI C136.41 - que conecta un controlador de luminaria a la luminaria.

Nodos de control de iluminación: También denominados controladores de luminaria - El módulo electrónico situado sobre la luminaria o junto a ella para controlarla (es decir, encenderla o apagarla, cambiar el flujo luminoso) y supervisarla (es decir, identificar defectos, medir parámetros eléctricos). Se comunica bidireccionalmente con el sistema de Telegestión.

Nodo de Telegestión (o nodo de control de iluminación o telecelda): (Controlador de luminaria exterior): el dispositivo que origina una orden para ejecutar un cambio de iluminación. Para efectos de este documento, se refiere específicamente a un dispositivo que supervisa y controla físicamente los equipos electrónicos de campo, reacciona y responde a entradas lógicas y físicas, toma decisiones de control utilizando funciones algorítmicas y lógicas internas, y se comunica a través de un protocolo de red. Permite el monitoreo y gestión de manera remota en tiempo real.

Notificación: Notificación de un cambio de estado de un elemento de la red de alumbrado público, que puede indicar un incidente o su resolución. La notificación se realiza a través de una alarma, una alerta o una indicación de su resolución desde un controlador de luminarias, una llamada o un correo electrónico entrante, una aplicación móvil o un sitio web.

NTC: Norma Técnica Colombiana.

ONAC: Organismo Nacional de Acreditación de Colombia.

On Premise: Utilización de servidores y entorno informático propios de la organización.

PaaS (Platform as a Service): Plataforma entregada como un servicio de suscripción.

Patrulla nocturna: Inspección visual del estado de los equipos de alumbrado público para detectar averías no señalizadas a través de la red. Se llevan a cabo por la noche por los recursos internos de la Autoridad Contratante.

Porcentaje de disponibilidad (Availability Percentage): La disponibilidad de un servicio se refiere a la capacidad de un elemento de configuración o de un servicio de TI para realizar su función acordada cuando se requiere.

Protocolo: Conjunto de convenciones que rigen la interacción de los procesos, dispositivos y otros componentes de un sistema.

Protocolo 0-10V: Es una interfase para equipos de control que permite realizar dimerización a través de una señal de atenuación analógica. Ver IEC 60929, Anexo E y ANSI C136.41 numeral 5.2 sobre dimerización.

Protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface): Norma técnica que permite las comunicaciones bidireccionales (se especifica en la norma IEC 62386, Interfaz digital de iluminación direccionable).

Propietario: Que tiene derecho de propiedad sobre algo.

Red Estrella: Las redes con tipología estrella son redes donde hay una conexión punto-multipunto, o sea, donde cada controlador se conecta directamente al Gateway. Está compuesta por varios equipos de control remoto que se conectan a un concentrador.

Red RF (malla o estrella): Red de comunicación de radio frecuencia (radio frequency network). Red de área en la que los datos se transfieren sin el uso de cables.

Red Mesh: Son redes con tipología de infraestructura en malla que conectan la red a dispositivos que, a pesar de estar fuera del área de cobertura de los puntos de acceso, pueden estar dentro del rango de un nodo móvil directa o indirectamente en modo de topología Ad Hoc1.

Reloj Astronómico: Un dispositivo que crea modificaciones en una señal de control que da cuenta de las variaciones en la salida y la puesta del sol que se producen en diferentes momentos del año, y/o que se producen en diferentes ubicaciones geográficas.

REST: Representational State Transfer.

PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO: Aplicación de Gestión Remota de Activos de Iluminación Pública.

SaaS (Software as a Service): Software entregado como un servicio de suscripción.

Señal análoga (analog signal): Señal en la que la cantidad característica que representa los datos puede asumir, en cualquier instante, cualquier valor dentro de un intervalo continuo.

Shorting cap: Dispositivo que proporciona un circuito cerrado entre la línea y la carga cuando no se utiliza un fotocontrol.

SLA: Acuerdo de nivel de servicio (del inglés Service Level Agreement).

Software: La totalidad o parte de los programas, procedimientos, normas y documentación asociada de un sistema de tratamiento de la información.

Solución de extremo a extremo (E2ES del inglés End to End solution): Una solución en la que el proveedor de un programa de aplicación, software y sistema suministrará todo el software y los requisitos de hardware del instituto de manera que ningún otro proveedor esté involucrado para satisfacer las necesidades. E2ES incluye instalación, integración o comunicación y configuración.

SPD: Dispositivo de protección contra transitorios (del inglés Surge protection device).

SSH (Secure Socket Shell): Uno de los protocolos específicos de seguridad de intercambio de archivos entre el instituto y el servidor de internet, usando criptografía.

SSL (Secure Sockets Layer): Es una encriptación usada para transporte de informaciones.

Socket Zhaga / ZHAGA Connector: Base normalizada para conexión de otros dispositivos desarrollado por el consorcio Zhaga. Zhaga Book 18 especifica las interfaces mecánicas, eléctricas y de comunicación (DALI2) entre luminarias y teleceldas. En este documento.

TALQ: El Consorcio TALQ ha establecido un estándar aceptado mundialmente para las interfaces del software de gestión para configurar, comandar, controlar y monitorear redes heterogéneas de dispositivos exteriores (ODN del inglés Outdoor Device Networks), incluido el alumbrado público inteligente.

TCP / IP, HTTP: Protocolos de comunicación enfocados a internet.

Telnet (Teletype Network): Es el nombre de un protocolo de red que nos permite acceder a otra máquina para manejarla remotamente como si estuviéramos sentados delante de ella.

uCifi: Propuesta de unificar el modelo de datos y cómo son gerenciados, trabajando sobre otros protocolos de comunicación.

UNB: Término general para una gama de sistemas que se caracterizan por un ancho de banda de señal muy estrecho que permite a los receptores un filtrado de ruido e interferencia muy efectivo, que por lo tanto puede lograr una amplia cobertura geográfica.

Actualizaciones: Actividades realizadas para implantar una nueva función.

Alumbrado público inteligente (ISL): Sistema compuesto por los controladores de alumbrado, la(s) red(es) de comunicación. Su objetivo es mejorar el control del inventario de puntos de luz, asignar horarios de variación de potencia, identificar defectos de funcionamiento, y mejorar el mantenimiento del sistema y el servicio a los ciudadanos.

Wi-SUN (del inglés Wireless Smart Ubiquitous Network): Son especificaciones que aportan redes ubicuas inteligentes a proveedores de servicios, empresas de servicios públicos, municipios/administraciones locales y otras empresas, al permitir redes de malla inalámbricas interoperables, multiservicio y seguras. Cumplen con IEEE 802.15.4g.

XML (extensible markup language): Un lenguaje de marquillas es un conjunto de códigos, o etiquetas, que describe el texto de un documento digital.

Z-LEX-M: Módulo para extensión de luminaria, factor de forma Z (del inglés Luminaire Extension Module, form factor Z).

ZigBee: Es una tecnología de red inalámbrica global basada en la norma IEEE 802.15.4-2003. Las aplicaciones para consumidores incluyen los dispositivos electrónicos, automatización de hogares, la infraestructura de medidores inteligentes y la automatización de máquina a máquina.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Municipio de Ibagué, a través del Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué INFIBAGUÉ, en su calidad de entidad responsable de la gestión, administración y modernización del sistema de alumbrado público, requiere CONTRATAR EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA CENTRAL DE GESTIÓN Y CONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE IBAGUÉ, PARA EL INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ – INFIBAGUÉ. Para que realice la supervisión, monitoreo, operación y gestión remota de la infraestructura del sistema de alumbrado público del INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ – INFIBAGUÉ

La necesidad surge de la obligación legal y técnica de optimizar la prestación del servicio de alumbrado público, incorporando desarrollos tecnológicos que permitan mejorar la eficiencia energética, reducir costos de operación, mantenimiento y administración, y garantizar la sostenibilidad financiera del servicio, conforme a lo dispuesto en la Ley 1819 de 2016, el Decreto 943 de 2018 y el Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2024.

Con base en lo anterior, y de conformidad con el Plan de Desarrollo Municipal 2024-2027 "IBAGUÉ PARA TODOS", se plasmó en la estrategia "Ibagué Bonita se ilumina" en el Programa: 2102 Consolidación productiva del sector de energía eléctrica, Ibagué bonita se ilumina con modernidad y eficiencia, desarrollando un proceso integral que garantice el logro al 100% de la modernización del sistema de alumbrado público en la zona urbana y rural de Ibagué, que incluya estándares modernos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

Actualmente, el sistema de alumbrado público del municipio presenta limitaciones asociadas a la ausencia de control remoto individualizado de luminarias, dificultad en la detección oportuna de fallas, falta de información en tiempo real sobre consumos energéticos y eventos operativos, lo cual impacta negativamente la eficiencia del servicio y los costos asociados a su prestación.

En este contexto, se hace necesario adelantar un proceso de contratación pública orientado a la implementación y puesta en operación de un sistema central de gestión y control del alumbrado público, que permita el telecontrol en tiempo real de siete mil (7.000) luminarias ubicadas en las vías principales de la ciudad de Ibagué.

Así mismo la implementación y puesta en operación de un software SIAP que permita al municipio contar con un inventario georreferenciado, actualizado y confiable de la infraestructura de alumbrado público, así como herramientas tecnológicas para la gestión eficiente del mantenimiento, la atención de fallas, analíticas de datos para la toma de decisiones, contribuyendo a mejorar la calidad del servicio prestado a la ciudadanía y optimizar el uso de los recursos del Municipio. La solución deberá garantizar la estructuración lógica, ordenada y funcional de la base de datos correspondiente a las cuarenta y seis mil cuatrocientas (46.400) luminarias instaladas en las zonas urbana y rural del municipio de Ibagué, permitiendo su administración, monitoreo y control a través de una

estación de trabajo o centro de control tipo Video Wall, con el fin de responder de manera eficiente, oportuna e integrada a los requerimientos operativos, técnicos y administrativos del servicio de alumbrado público a cargo del instituto INFIBAGUÉ.

En conjunto, este marco técnico busca cumplir plenamente con los requerimientos normativos, funcionales y tecnológicos establecidos por la ciudad de Ibagué, contribuyendo a la consolidación de un sistema de alumbrado público más eficiente, resiliente y sostenible.

La solución de sistema central de gestión y control del alumbrado público deberá demostrar su capacidad para gestionar eficazmente el alumbrado sobre un mapa visual superpuesto, con alertas de averías en tiempo real, e inventario de puntos de alumbrado público.

La aplicación informática SIAP deberá permitir su utilización desde cualquier dispositivo informático personal, como ordenadores portátiles, tabletas y celulares, y debe ser razonablemente fácil de configurar y manipular o navegar.

El Decreto 943 de 2018, en consonancia con el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, establece que la determinación del impuesto de alumbrado público debe basarse en los costos estimados de prestación del servicio y que los procesos de modernización, expansión y reposición deben orientarse a la optimización de los costos anuales de inversión, suministro de energía, administración, operación, mantenimiento e interventoría, *así como a la incorporación de desarrollos tecnológicos.*

La implementación del sistema integrado tecnológico permitirá:

- Reducir pérdidas energéticas y consumos innecesarios.
- Optimizar los tiempos y costos de atención de fallas.
- Mejorar la planeación del mantenimiento preventivo y correctivo.
- Fortalecer la trazabilidad y control del servicio.
- Generar eficiencias que deberán reflejarse en el Estudio Técnico de Referencia del servicio de alumbrado público.

3.1 Referente normativo y técnico

CONTRATAR EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, INTEGRACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA CENTRAL DE GESTIÓN Y CONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE IBAGUÉ, PARA EL INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ – INFIBAGUÉ, se fundamenta en el siguiente marco normativo y técnico aplicable en Colombia:

3.1.1 Normativa del sector eléctrico y alumbrado público

3.1.1.1 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP

Desde su entrada en vigor en 2010, el RETILAP evolucionó de ser un reglamento enfocado únicamente en niveles de iluminación, seguridad y eficiencia básica, sin contemplar la Telegestión, hacia una norma más moderna que gradualmente incorporó tecnologías como el LED (especialmente desde 2016), lo que habilitó el control y regulación de luminarias. Durante los años 2021–2023, aunque la Telegestión ya se implementaba ampliamente en proyectos reales, aún no estaba formalmente integrada en la norma. Esto cambia con la actualización estructural del RETILAP en 2024, donde por primera vez se reconocen y

alinean los sistemas de control y Telegestión con estándares internacionales, permitiendo su integración o comunicación técnica en el alumbrado público. Este reglamento establece:

- Requisitos técnicos obligatorios para sistemas de alumbrado público
- Condiciones de diseño, instalación, operación y mantenimiento
- Especificaciones de eficiencia energética y calidad lumínica
- Requisitos de evaluación de la conformidad.
- Permite y reconoce sistemas de control en alumbrado (centralizados o punto a punto), incluyendo funciones como regulación del flujo luminoso (dimming), monitoreo y operación remota.
- Exige que los equipos (luminarias, drivers y controladores) sean compatibles con estándares técnicos internacionales, como protocolos tipo DALI o interfaces normalizadas, lo que garantiza interoperabilidad en sistemas de control de iluminación.
- Introduce el concepto de eficiencia energética dinámica, es decir, no solo cumplir niveles de iluminación fijos, sino poder ajustarlos según condiciones reales (tráfico, horario, entorno), lo cual se logra precisamente mediante Nodos de control de iluminación.
- Permite la comunicación de dispositivos de control y comunicación dentro de las luminarias o en la red de alumbrado, siempre que cumplan requisitos de seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética y desempeño.

3.1.1.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) fue creado en 2004 y ha tenido actualizaciones importantes en 2008, 2013 (Resolución 90708) y la más reciente en 2026 (Resolución 40284), que actualiza la versión anterior e introduce cambios significativos. A lo largo de sus actualizaciones, el RETIE ha pasado de centrarse en requisitos básicos de seguridad eléctrica a incorporar criterios más avanzados como eficiencia energética, energías renovables, y una estructura normativa más organizada en varios libros. En cuanto al alumbrado público, el RETIE no define niveles de iluminación, pero sí establece las condiciones obligatorias de seguridad eléctrica, diseño, construcción, protección contra riesgos, cortocircuitos, puesta a tierra y certificación de las instalaciones que alimentan estos sistemas, siendo de cumplimiento obligatorio para redes, tableros, acometidas y sistemas asociados al alumbrado público administrado por INFIBAGUÉ.

3.1.1.3 Regulación CREG

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) incide en el alumbrado público principalmente desde el ámbito económico y regulatorio, estableciendo metodologías tarifarias, criterios de eficiencia y del servicio que deben cumplir los operadores del alumbrado público. En este contexto, la CREG recomienda la implementación de desarrollos tecnológicos, como la Telegestión, al considerarlos herramientas clave para optimizar el consumo de energía, mejorar la operación y mantenimiento, y garantizar una adecuada medición y control del sistema.

Adicionalmente los siguientes documentos normativos se referencian en el texto de tal manera que parte o la totalidad de su contenido constituye requisitos para este documento.

- Resolución 40286 del 23 de junio de 2026, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2026.
- NTC 2230, Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.
- NTC-ISO-IEC 27001, Seguridad de la Información, ciberseguridad y protección a la privacidad. Requisitos.
- NEMA ANSI C136.10, Roadway And Area Lighting Equipment - Locking-Type Photocontrol Devices And Mating Receptacles - Physical And Electrical Interchangeability And Testing.
- NEMA ANSI C136.41, Roadway And Area Lighting Equipment–Dimming Control Between An External Locking Type Photocontrol And Ballast Or Driver.
- EN-IEC 61347-1, Dispositivos de control de lámpara. Parte 1: Requisitos generales y requisitos de seguridad.
- EN-IEC 61347-2-11, Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-11: Requisitos particulares para circuitos electrónicos diversos utilizados con las luminarias.
- EN-IEC 62262:2002, Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- EN-IEC 60529, Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- EN-IEC62053-21, Equipos de medida de la energía eléctrica. Requisitos particulares. Parte 21: Contadores estáticos de energía activa en corriente alterna (clases 0,5, 1 y 2).
- EN-IEC 61000-4-5, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-5: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a las ondas de choque.
- ASTM B 117-19, Ensayo de Corrosion - Covers the apparatus, procedure, and guidelines to create and sustain the salt spray (fog) test environment.
- UL 773, Standard For Plug-In Locking Type Photocontrols For Use With Area Lighting.
- ASTM G154, Standard Practice For Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus For Exposure Of Nonmetallic Materials.

Abreviaturas y Siglas

- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- UL - Underwriters Laboratories
- IEC - International Electrotechnical Commission
- EN – European Standards
- ISO - International Organization for Standardization
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- RETILAP - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
- GIS - Geographical Information System
- GPS - Global Positioning System

3.1.2 Normativa de tecnologías de la información y software SIAP

El sistema para el software SIAP deberá diseñarse e implementarse bajo un enfoque de arquitectura de servicios públicos y como software de alumbrado público específico, asegurando interoperabilidad, escalabilidad, seguridad y alta disponibilidad.

Requisitos técnicos obligatorios

- Arquitectura basada en microservicios y APIs (HTTPS).
- Disponibilidad del sistema ≥ 99,5%.
- Implementación de mecanismos de autenticación y autorización (IAM, RBAC).
- comunicación mediante protocolos estándar (MQTT, WebSocket, HTTPs).
- Capacidad de interoperar con plataformas externas (SCADA, IoT, GIS).

3.1.3 Normativa de telecomunicaciones (LPWAN y conectividad)

La solución de telecontrol, deberá garantizar conectividad confiable, segura y eficiente entre los dispositivos de campo y los concentradores y/o Gateway, operan en bandas libres (no requieren licencia de uso), mediante tecnologías LPWAN.

Requisitos técnicos

- Implementación de redes LPWAN (LoRaWAN, NB IoT, UNB).
- Disponibilidad de red ≥ 99%.
- Latencia de comunicaciones acorde a operación (<10 segundos para eventos).
- Soporte de protocolos IoT (MQTT, CoAP).
- Capacidad de escalabilidad para expansión futura, deberá ser demostrada mediante el piloto funcional para que la solución permite la creación de nuevos puntos de conexión.

INFIBAGUÉ no exige una marca, fabricante, protocolo propietario o tecnología única de comunicación. Serán admisibles las soluciones que, independientemente de la tecnología de transporte utilizada, acrediten el cumplimiento de los requisitos funcionales, técnicos, de cobertura, seguridad, disponibilidad, interoperabilidad, escalabilidad y acceso a la información exigidos en el Anexo Técnico.

3.1.3.1 Normativa y regulación del espectro radioeléctrico

El uso del espectro radioeléctrico para la operación de los nodos de control de iluminación, deberán cumplir estrictamente con la regulación vigente emitida por la Agencia Nacional del Espectro (ANE).

Requisitos obligatorios del contratista en la ejecución

- Uso de bandas permitidas de libre utilización (ISM).
- Cumplimiento de límites de potencia (EIRP).
- Diseño de red que minimice interferencias.
- Validación mediante estudios de cobertura RF (mapas de calor, RSSI, SNR).

El contratista deberá presentar estudios de propagación y cobertura como parte de la ingeniería de detalle durante el desarrollo del proyecto.

3.1.3.2 Normativa Regulación de telecomunicaciones

El sistema deberá cumplir con las disposiciones regulatorias de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC).

Condiciones obligatorias

- Garantía de calidad del servicio (QoS).

- Implementación de mecanismos de redundancia.
- Monitoreo continuo de la red (SNMP u otras tecnologías que cumplan las condiciones técnicas exigidas en el presente proceso).
- Seguridad en comunicaciones mediante cifrado (TLS 1.2 o superior).

Se deberán definir e implementar Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) que incluyan:

- Disponibilidad ≥ 99%.

3.1.4 Normativa y regulación para centros de control y Video Wall

El Centro de Control de INFIBAGUÉ deberá operar bajo estándares de alta disponibilidad, resiliencia y operación continua tipo NOC (Network Operations Center).

Normativa aplicable

- TIA/EIA-942 (infraestructura de centros de datos).
- ISO 22301 (continuidad del negocio).

Requisitos técnicos obligatorios

- Disponibilidad del centro de control ≥ 99,9%.
- Capacidad de operación 24/7.

3.1.5 Estándares audiovisuales y de visualización

El sistema de Video Wall deberá cumplir con las especificaciones de la ficha técnica

3.2 Objetivo General del Proyecto

CONTRATAR EL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA CENTRAL DE GESTIÓN Y CONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE IBAGUÉ, PARA EL INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ – INFIBAGUÉ; para que permita la supervisión, operación, gestión remota y optimización de la infraestructura del sistema de alumbrado público del Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué – INFIBAGUÉ.

3.3 Objetivos Específicos del Proyecto

a) Implementar una plataforma tecnológica o software de Información de Alumbrado Público SIAP que permita la administración, monitoreo y control de los activos del sistema de alumbrado público.

b) Suministrar, instalar, configurar y poner en operación un sistema central de gestión del alumbrado público que permita el control en tiempo real de siete mil (7.000) luminarias ubicadas en las vías principales de la ciudad, de conformidad con las especificaciones técnicas establecidas por el Instituto.

c) suministra e Instalar y poner en operación equipos de Video Wall, que permita la visualización integral, análisis y toma de decisiones en tiempo real sobre el sistema, de acuerdo a la especificaciones y ficha técnica del proceso.

d) Optimizar los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, mediante el uso de herramientas de monitoreo, analítica y generación de alertas tempranas.

e) Fortalecer la capacidad operativa de INFIBAGUÉ, mediante capacitación, transferencia de conocimiento y apropiación tecnológica del sistema implementado.

3.4 Alcance

El contrato tiene por objeto la prestación de servicios para la implementación y puesta en operación del Sistema Central de Gestión y Control del Alumbrado Público de Ibagué, operado por el Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué – INFIBAGUÉ, mediante el suministro, instalación, configuración, comunicación, pruebas, puesta en marcha y transferencia de conocimiento de una solución tecnológica integral que permita la administración, monitoreo y control centralizado de la infraestructura de alumbrado público del municipio. El alcance comprende la provisión de todos los componentes de hardware, software, comunicaciones y visualización requeridos para la operación del sistema, incluyendo nodos de control de iluminación, Gateways y/o concentradores, plataforma de gestión SIAP, plataforma de control y monitoreo de nodos, herramientas de analítica de datos, ciberseguridad, generación de reportes, gestión de alarmas y eventos, así como la implementación de un Centro de Control equipado con Video Wall para la supervisión en tiempo real de la red de alumbrado público. La solución deberá permitir el control remoto de luminarias, la programación de encendido y apagado, la regulación de niveles de iluminación (dimming), la detección automática de fallas, la gestión de mantenimientos, la trazabilidad de eventos.

Igualmente, deberá garantizar la interoperabilidad entre sus componentes de telecontrol, mediante una arquitectura abierta, modular, escalable y segura, con capacidad de integración futura con plataformas IoT, sistemas SCADA, herramientas GIS, canales de atención ciudadana y demás sistemas institucionales. El contratista deberá desarrollar las actividades de planeación, diseño, suministro, instalación, parametrización, validación, pruebas funcionales y de desempeño, acompañamiento a la estabilización operativa, capacitación al personal de INFIBAGUÉ, garantizando el cumplimiento de los lineamientos técnicos y normativos aplicables, incluyendo RETILAP, RETIE, regulación CREG y demás disposiciones vigentes, con el propósito de modernizar la gestión del alumbrado público, optimizar el consumo energético, reducir costos operativos y de mantenimiento, mejorar la calidad y continuidad del servicio, fortalecer la capacidad institucional de INFIBAGUÉ y sentar las bases para la evolución hacia un modelo de gestión alineado con los principios de ciudades inteligentes y transformación digital.

El contratista deberá entregar una solución funcional, integrada, interoperable, documentada, licenciada y puesta en operación, sin que se acepten entregas parciales de componentes que no permitan verificar la operación conjunta del sistema. La sola entrega física de equipos, licencias o componentes no constituirá recibo a satisfacción si estos no se encuentran instalados, configurados, integrados, probados y operando conforme al presente Anexo Técnico.

3.5 Impactos y beneficios estratégicos

La implementación del Sistema Integrado de Administración, Monitoreo y Control del Alumbrado Público para el Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué – INFIBAGUÉ, que incorpora un software de Información de Alumbrado Público SIAP, una infraestructura de telecontrol con un sistema central de gestión y control del alumbrado público que permita el telecontrol en tiempo real de tres mil (3.000) luminarias ubicadas en las vías principales de la ciudad y un Centro de Control tipo Video Wall. Esto representa una apuesta estratégica por la modernización integral del servicio de alumbrado público, a través de la adopción de tecnologías, este proyecto trasciende la gestión convencional de luminarias, habilitando un modelo basado en datos, interoperabilidad, eficiencia energética, sostenibilidad y fortalecimiento institucional, alineado con los principios de ciudades inteligentes.

Los beneficios esperados de la implementación del Sistema Integrado de Administración, Monitoreo y Control del Alumbrado Público para el Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué – INFIBAGUÉ se encuentran alineados con los principios de eficiencia, sostenibilidad, modernización tecnológica y optimización de costos establecidos en el marco regulatorio del servicio de alumbrado público, particularmente en el Resolución 40286 del 23 de junio de 2026, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2026, el Decreto 943 de 2018 y las demás disposiciones técnicas y jurídicas aplicables, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión operativa, administrativa y financiera del sistema de alumbrado público administrado por INFIBAGUÉ.

a) Normatividad vigente

- Cumplir a cabalidad con la normatividad vigente especialmente con la Resolución 40286 del 23 de junio de 2026, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2026, el Decreto 943 de 2018 y las demás disposiciones técnicas y jurídicas aplicables.

b) Transformación Digital y Fortalecimiento de la Gestión Institucional

- Centralización de la administración, monitoreo y control del sistema de alumbrado público a través del Sistema de Información de Alumbrado Público "SIAP"
- Toma de decisiones basada en datos, mediante analítica, reportes y visualización en tiempo real del estado de la infraestructura.
- Mejora en la planificación operativa y presupuestal gracias a la disponibilidad de información confiable y actualizada.
- Fortalecimiento de la capacidad operativa de la entidad, mediante procesos sistematizados, automatizados y orientados a resultados.

c) Sostenibilidad Energética y Compromiso Ambiental

- Optimización de los recursos de Alumbrado Público a partir de la priorización de labores en campo.
- Alineación con políticas de sostenibilidad y uso eficiente de recursos energéticos.
- Promoción de un modelo de alumbrado público basado en tecnologías eficientes y de bajo impacto ambiental.

d) Arquitectura Tecnológica Abierta y Evolutiva

- Implementación de una arquitectura tecnológica abierta, adaptable, modular y escalable.
- Posibilidad de integración o comunicación del software de gestión SIAP con otros sistemas.

e) Transparencia, Control y Relación con la Ciudadanía

- Generación de reportes e indicadores que permiten mayor trazabilidad y control del servicio.
- Disponibilidad de información que fortalece la transparencia en la gestión del alumbrado público.
- Potencial integración o comunicación con canales de atención ciudadana para el reporte de fallas o incidencias.
- Mejora en la percepción del servicio por parte de la comunidad gracias a una operación más eficiente y visible.

3.6 Resumen y beneficios esperados

En conjunto este proyecto permite a INFIBAGUÉ evolucionar hacia un modelo de gestión inteligente del alumbrado público, soportado en tecnología, datos y eficiencia operativa, en coherencia con los lineamientos técnicos del RETILAP, RETIE y los criterios de eficiencia definidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG.

3.7 Alcance de Suministro e Implementación Integral:

El contratista, deberá proveer todos los componentes necesarios para la implementación completa del sistema, incluyendo:

- Hardware: Nodos de control de iluminación, Gateways y/o equipos concentradores de infraestructura física asociada.
- Comunicaciones: Antenas, Routers, dispositivos de red y tecnologías de transmisión que se requiera.
- Software: plataforma de gestión y control de los nodos "sistema central de gestión y control del alumbrado público - telecontrol", y una plataforma de Información de Alumbrado Público "SIAP".
- Hardware: Video Wall (según ficha técnica).
- Servicios técnicos: instalación, configuración, comunicación, puesta en marcha, pruebas y capacitación al personal de INFIBAGUÉ, del sistema central de gestión y control del alumbrado público – "telecontrol"

3.8 Requisitos Técnicos y Aseguramiento de Calidad.

Garantizar:

- La ejecución integral del proyecto conforme a los requerimientos técnicos definidos.
- El cumplimiento de la arquitectura tecnológica establecida, asegurando interoperabilidad entre todos los componentes.
- La entrega de un sistema completamente funcional, probado, documentado y certificado conforme a normas aplicables.
- La implementación de buenas prácticas en seguridad de la información, garantizando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos.

3.9 Integración Tecnológica y Compatibilidad del sistema

Requisitos mínimos:

- Desarrollar una solución tecnológica modular, escalable, abierta y segura.
- Implementar interfaces mediante APIs y protocolos estándar.
- Asegurar compatibilidad con tecnologías de comunicación LPWAN.
- Permitir la futura integración o comunicación con plataformas y otros sistemas de ciudad inteligente.

3.10 Operación, Soporte y Capacidad Técnica:

Se exige el cumplimiento de:

- Contar con un equipo técnico calificado y con experiencia demostrable en proyectos similares.
- Disponer de personal certificado acorde a los perfiles requeridos.
- Garantizar soporte técnico durante la ejecución y posterior a la puesta en marcha.
- Cumplir con los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLAs) establecidos.
- Asegurar disponibilidad de personal técnico en sitio durante las fases críticas del proyecto.

3.11 Cumplimiento Normativo y Marco Regulatorio:

- Resolución 40286 del 23 de junio de 2026, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2026.
- El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE – Resolución 40284 de 2026), cuando se aplique.
- Normas de seguridad de la información como ISO/IEC 27001, cuando aplique.
- Estándares internacionales aplicables (IEC, IEEE, ISO).
- Lineamientos de eficiencia y regulación definidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

3.12 Gestión del Proyecto, Seguimiento y Comunicación:

- Participar en comités técnicos, reuniones de seguimiento y espacios de coordinación con INFIBAGUÉ por el personal que se designe como supervisor.
- Mantener comunicación permanente con la interventoría, supervisión y los equipos técnicos del proyecto.
- Reportar avances, riesgos, alertas y estado de ejecución de manera periódica.

- Garantizar la trazabilidad completa de actividades, componentes y decisiones del proyecto.

Este conjunto de lineamientos contractuales define las obligaciones mínimas que deberá cumplir el contratista, asegurando que la implementación del sistema integrado de software de gestión SIAP, la infraestructura de telecontrol y el Centro de Control de INFIBAGUÉ se realicen de manera integral, eficiente, segura y alineada con los objetivos estratégicos del proyecto.

3.13 Integración entre soluciones

Para el Sistema Integrado de Administración, Monitoreo y Control del Alumbrado Público de INFIBAGUÉ, el contratista, deberá garantizar la comunicación entre todos los componentes tecnológicos del sistema, incluyendo el software de gestión SIAP, la infraestructura de telecontrol, nodos, gateways, las redes de comunicación y el Centro de Control con Video Wall.

El software de telecontrol deberá permitir la consolidación de datos en tiempo real, provenientes de nodos de control de iluminación y demás dispositivos asociados, asegurando su disponibilidad para análisis, monitoreo, automatización y toma de decisiones desde el Centro de Control. La solución de telecontrol deberá emplear tecnologías de comunicación adecuadas para redes de baja potencia y amplia cobertura (LPWAN), tales como Ultra Narrow Band (UNB), LoRaWAN, NB-IoT, LTE-M, RF Mesh u otras tecnologías equivalentes que garanticen el cumplimiento de los requerimientos funcionales y de desempeño establecidos por la Entidad.

Para efectos del presente proceso, la condición de apertura e interoperabilidad no estará determinada exclusivamente por la tecnología de transporte utilizada en el canal de comunicación, sino por la capacidad de la solución para intercambiar información con sistemas externos mediante interfaces documentadas y accesibles.

En consecuencia, se aceptarán soluciones siempre que el contratista garantice como mínimo:

- Acceso a la información operativa, histórica y de inventario generada por el sistema.
- Interfaces de integración documentadas basadas en protocolos estándar de red tales como TCP/IP y HTTP/HTTPS.
- Disponibilidad de servicios de integración mediante API documentada y formatos de intercambio de datos JSON y/o XML.
- Capacidad de exportación e importación de información sin restricciones técnicas que limiten la interoperabilidad con plataformas de terceros.
- Acceso por parte de la Entidad a los datos generados por el sistema durante toda la vida útil de la solución.

La Entidad considerará equivalentes las distintas tecnologías LPWAN, siempre que se garantice la interoperabilidad de la plataforma de gestión y el acceso a la información mediante protocolos y mecanismos de integración ampliamente reconocidos en la industria.

NO se aceptarán soluciones parciales que no permitan validar su operación dentro del sistema completo.

3.14 Alcance y cobertura de licenciamientos de la solución integral

El contratista, deberá garantizar el suministro, activación, configuración, soporte y mantenimiento de todas las licencias de software requeridas para la operación del sistema integrado de control SIAP, la plataforma de telecontrol y las herramientas del Centro de Control de INFIBAGUÉ.

Las licencias deberán cubrir de manera integral todos los componentes del sistema, incluyendo usuarios, dispositivos, y funcionalidades necesarias para la operación, monitoreo, analítica, seguridad y gestión del alumbrado público. Estas deberán ser entregadas bajo condiciones contractuales claras, a nombre de INFIBAGUÉ, garantizando su uso autónomo sin dependencia exclusiva del proveedor.

Se deberá asegurar una vigencia mínima de tres (3) años, contados a partir de la recepción definitiva del sistema, incluyendo acceso a actualizaciones, parches de seguridad, mejoras funcionales y soporte técnico especializado. Asimismo, las licencias deberán contemplar capacidad de escalabilidad, permitiendo el crecimiento del sistema de dispositivos o usuarios, con condiciones previamente definidas. Esta capacidad es acreditada mediante documentación del fabricante y verificada técnicamente durante la ejecución del piloto funcional de la Fase 1.

El contratista, deberá entregar toda la documentación asociada al licenciamiento, incluyendo contratos, términos de uso, manuales, evidencias de activación, bases de datos, configuraciones y accesos. Esta información será objeto de verificación por parte de la interventoría, quien validará la legalidad, vigencia y correcta implementación de las licencias.

Las licencias, suscripciones, credenciales administrativas y demás derechos de uso asociados a la solución deberán quedar registradas a nombre de INFIBAGUÉ, garantizando la continuidad operativa del sistema y evitando cualquier dependencia tecnológica o contractual que limite la administración autónoma de la plataforma por parte de la entidad.

El contratista deberá garantizar que durante la ejecución contractual y al finalizar la vigencia del contrato, entregará a INFIBAGUÉ, sin costo adicional, la totalidad de la información almacenada, incluyendo bases de datos completas, respaldos, documentación técnica, configuraciones, APIs y demás elementos necesarios para garantizar la continuidad operativa del sistema.

La terminación, vencimiento, suspensión o liquidación del contrato no podrá generar pérdida de acceso, bloqueo, restricción, eliminación, retención o limitación sobre la información generada, almacenada o procesada durante la ejecución contractual. El CONTRATISTA deberá garantizar la entrega íntegra, legible, exportable y reutilizable de las bases de datos, respaldos, configuraciones, APIs, credenciales institucionales, documentación técnica y demás elementos necesarios para la continuidad operativa del sistema por parte de INFIBAGUÉ o de un tercero autorizado.

3.15 Cobertura de garantía y soporte técnico

El contratista, deberá asegurar una garantía técnica integral y un servicio de soporte especializado para todos los componentes del sistema (hardware, software, comunicaciones y Centro de Control), con el fin de garantizar la operación continua, segura y eficiente de los sistema implementados en INFIBAGUÉ.

La garantía de los elementos hardware instalados, deberán tener una garantía mínima de cinco (5) años, a partir de la puesta en operación del sistema y acta de recibo final, cubriendo defectos, fallas de funcionamiento, configuraciones, comunicación y desempeño de los equipos y plataformas.

El soporte técnico deberá estar disponible en modalidad de horario de oficina, mediante mesa de ayuda remota, atención telefónica, con un tiempo de respuesta máximo de 12 horas, sistema trazabilidad y soporte en sitio cuando sea requerido, dentro de la vigencia del contrato y licencias.

Adicionalmente, el contratista, deberá garantizar:

- Reposición o reparación de cualquier equipo defectuoso suministrado, sin costo adicional para INFIBAGUÉ, durante todo el período de garantía.
- Entrega de informes periódicos de soporte con indicadores de gestión y acciones correctivas.
- Monitoreo continuo del sistema y recomendaciones de mejora.
- Soporte en comunicación con sistemas de terceros contemplados en el proyecto.

Previo a la entrega final, el contratista, deberá presentar un Plan de Garantía y Soporte, que incluya procedimientos de atención, escalamiento, contactos responsables, plan de mantenimiento y lineamientos de operación.

La garantía técnica de los componentes hardware, software, comunicaciones, nodos, gateways, centro de control y demás elementos suministrados iniciará a partir de la suscripción del acta de recibo final y puesta en operación integral del sistema, salvo que el fabricante otorgue una garantía superior o que contractualmente se pacte un término más favorable para INFIBAGUÉ.

3.16 Stock para reposición de nodos

El contratista deberá garantizar, durante toda la ejecución contractual y por el término de la garantía ofrecida, la disponibilidad permanente de un stock mínimo de reposición equivalente al uno por ciento (1%) del total de dispositivos de campo (nodos y/o teleceldas) instalados. Teniendo en cuenta que el proyecto contempla la instalación de tres mil (3.000) nodos, el stock mínimo de reposición equivalente al uno por ciento (1%) corresponderá a setenta (30) nodos, los cuales deberán permanecer disponibles durante toda la ejecución contractual y durante el término de garantía ofrecido, en poder y custodia de la entidad.

Dicho stock tendrá como finalidad atender de manera inmediata eventos de falla, averías, daños, vandalismo, defectos de fabricación o cualquier situación que afecte la correcta operación del sistema, permitiendo a la entidad contratante realizar el desmontaje del equipo defectuoso e instalar de forma inmediata un dispositivo de reemplazo perteneciente al stock disponible, garantizando así la continuidad operativa del sistema de los equipos de campo, nodos de control de iluminación.

Los dispositivos retirados por falla deberán serán recolectados directamente por INFIBAGUE, y enviados al contratista quien asumirá en su totalidad los costos asociados a transporte, logística, seguros y demás gastos requeridos para su traslado hacia fábrica, laboratorio técnico o centro autorizado de reparación. El contratista deberá gestionar la correspondiente reparación, reacondicionamiento o reemplazo a nuevo del elemento defectuoso, según corresponda, y remitirlos nuevamente a INFIBAGUE sin generar costos adicionales para la entidad contratante.

El contratista dispondrá de un plazo máximo de quince (15) días calendario, contados a partir de la recolección o notificación formal de la falla, para realizar la entrega del equipo

reparado o reemplazado en garantía, asegurando la reposición efectiva del inventario mínimo exigido.

El stock de reposición deberá mantenerse de manera rotativa y permanentemente disponible, garantizando que la entidad contratante disponga en todo momento de unidades suficientes para su instalación inmediata ante cualquier contingencia o requerimiento operativo.

La entidad contratante será responsable únicamente de la custodia y almacenamiento físico del stock de reposición suministrado por el contratista, durante el período de garantía ofertado, sin que ello exonere al contratista de su obligación de mantener actualizado, funcional y completo el inventario mínimo exigido.

Para los equipos Gateway, el contratista deberá contar en su poder, con un mínimo de un (1) equipo disponible en todo momento para cubrir la garantía por el término ofertado para reemplazo inmediato. En caso que la garantía se requiera para más de un equipo Gateway, el contratista dispondrá de un término máximo de 15 días calendario para su reposición e instalación en sitio.

3.17 Localización del proyecto

El proyecto se desarrollará en el municipio de Ibagué, abarcando tanto la zona urbana como rural en donde se encuentra instalada la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público (SIAP) administrado por el instituto INFIBAGUÉ.

La implementación inicial de la solución de telecontrol estará enfocada en tres mil (3.000) luminarias ubicadas principalmente sobre los corredores viales estratégicos, avenidas principales, intersecciones, parques y sectores priorizados del municipio, definidos por la entidad conforme a criterios técnicos, operativos, de seguridad vial, eficiencia energética y cobertura del servicio.

De manera complementaria, el sistema central de gestión y control deberá integrar la información correspondiente a la totalidad de las más de cuarenta y seis mil cuatrocientas (46.400) luminarias instaladas en el municipio, independientemente de si cuentan o no con capacidades de telecontrol, permitiendo la administración centralizada de los activos del SIAP desde el centro de control dispuesto por la entidad.

La infraestructura tecnológica del proyecto comprenderá la instalación, configuración y puesta en operación de los componentes físicos, lógicos y de comunicaciones requeridos para garantizar la interoperabilidad entre los dispositivos de campo, Gateways de comunicación, redes de transmisión de datos, plataforma de software y centro de monitoreo tipo Video Wall, asegurando cobertura operativa y funcional en toda el área de influencia del sistema de alumbrado público del municipio.

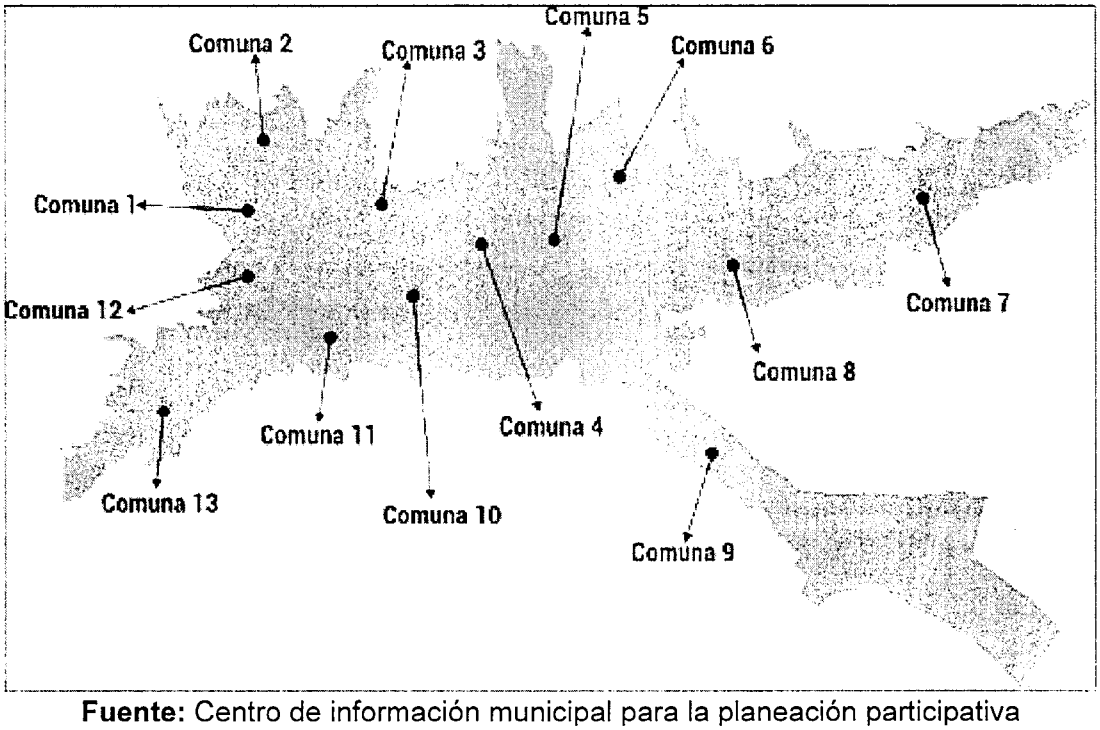
Tabla 5 - Localización del proyecto

REGION	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CLASE DEL CENTRO POBLADO	LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA	CANTIDAD DE LUMINARIAS
Centro	Tolima	Ibagué	CM Cabecera Municipal (CM)	Municipio de Ibagué	46.400

Fuente: Elaboración propia

Una vez sea adjudicado el proyecto se le entregará al contratista el censo e inventario georreferenciado de todas las unidades constructivas del alumbrado público del municipio de Ibagué, para que ingrese la información al software de gestión SIAP para que a través de estas herramientas se pueda actualización y administrar el alumbrado público de la ciudad de Ibagué.

Imagen 2 - Plano general del municipio de Ibagué con comunas



Fuente: Centro de información municipal para la planeación participativa

3.2 Etapas y fases de ejecución del proyecto

A continuación, La ejecución del contrato se desarrollará por etapas técnicas y contractuales asociadas a los hitos de pago definidos por INFIBAGUÉ. Cada etapa deberá ser verificada y aprobada por la interventoría, con visto bueno del supervisor designado por

la Entidad, previo cumplimiento de los entregables, pruebas, soportes técnicos, documentales, administrativos, de seguridad social y demás requisitos establecidos en el contrato, el Anexo Técnico, la ficha de especificaciones técnicas y la forma de pago.

Para efectos de pago, no se entenderá cumplida ninguna etapa con la sola entrega física de bienes, equipos, nodos, gateways, licencias, software o componentes tecnológicos. Cada etapa únicamente se entenderá ejecutada cuando los bienes, servicios, plataformas y componentes correspondientes se encuentren efectivamente suministrados, instalados, configurados, georreferenciados, integrados, comunicando correctamente, probados, documentados y funcionando conforme a las especificaciones técnicas exigidas por INFIBAGUÉ.

Las actividades de integración tecnológica, interoperabilidad, parametrización, pruebas, capacitación y documentación podrán desarrollarse de manera paralela durante la ejecución contractual; sin embargo, su reconocimiento para efectos de pago estará condicionado al cumplimiento integral de los entregables previstos en cada etapa.

ETAPA 1. ALISTAMIENTO, VALIDACIÓN TÉCNICA INICIAL Y PILOTO FUNCIONAL

Esta etapa corresponde al alistamiento técnico, administrativo, metodológico y operativo requerido para el inicio de la ejecución contractual, así como a la validación inicial de la solución tecnológica mediante la ejecución del piloto funcional.

Durante esta etapa, el contratista deberá presentar para revisión y aprobación de la interventoría y del supervisor el plan de trabajo, cronograma detallado de ejecución, metodología de implementación, plan de calidad, plan de comunicaciones, plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, protocolos de instalación, protocolo de pruebas del piloto, fichas técnicas, certificaciones, licencias, hojas de vida del personal mínimo requerido, documentación técnica de nodos, gateways, software SIAP, plataforma de telecontrol, Video Wall y demás componentes de la solución.

Así mismo, el contratista deberá ejecutar la prueba técnica o piloto funcional en las condiciones definidas por INFIBAGUÉ y la interventoría, con el fin de verificar en campo la funcionalidad mínima de la solución propuesta, incluyendo comunicación bidireccional, conectividad, estabilidad de red, operación remota, recepción de eventos, generación de alarmas, visualización en plataforma, integración inicial con el sistema de gestión y cumplimiento de las especificaciones técnicas exigidas.

La aprobación del piloto funcional será condición previa para autorizar el despliegue masivo de la solución. En caso de que el piloto no cumpla los parámetros técnicos, funcionales, eléctricos, operativos, de comunicación, interoperabilidad o disponibilidad definidos por la Entidad, el contratista deberá realizar los ajustes necesarios a su costo y riesgo, sin que ello genere reconocimiento económico adicional ni ampliación automática del plazo contractual.

Entregables de la Etapa 1

- Plan de trabajo aprobado.
- Cronograma detallado de ejecución aprobado.
- Metodología de implementación aprobada.
- Plan de calidad aprobado.
- Plan de comunicaciones aprobado.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo aprobado.
- Protocolo de instalación y pruebas del piloto funcional aprobado.
- Fichas técnicas de nodos, gateways, software SIAP, plataforma de telecontrol, Video Wall y demás componentes de la solución.
- Certificaciones técnicas, licencias, documentación del fabricante y hojas de vida del personal mínimo requerido.
- Piloto funcional suministrado, instalado, configurado y operando.
- Informe técnico del piloto funcional.
- Evidencias de comunicación bidireccional, conectividad, eventos, alarmas, control remoto y visualización en plataforma.
- Acta de aprobación de la Etapa 1 suscrita por la interventoría, con visto bueno del supervisor.

ETAPA 2. SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL PRIMER BLOQUE DE NODOS DE TELEGESTIÓN

Esta etapa comprende el suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento del primer bloque de nodos de telegestión definido en la forma de pago, junto con los gateways, conectividad, licencias, elementos de instalación, accesorios, herramientas de comunicación y demás componentes de campo requeridos para su correcta operación.

El contratista deberá verificar previamente las condiciones eléctricas, mecánicas, físicas, operativas y de conectividad de cada punto de instalación, garantizando la compatibilidad de los nodos con las luminarias existentes, sus drivers, conectores, sistemas de alimentación y protocolos de control aplicables.

Los nodos instalados deberán quedar registrados, georreferenciados, parametrizados y asociados al activo correspondiente dentro de la plataforma de telecontrol y/o SIAP, permitiendo su visualización, monitoreo, control remoto, generación de alarmas, eventos, reportes y medición de parámetros eléctricos conforme a las especificaciones del Anexo Técnico.

Durante esta etapa deberán ejecutarse pruebas de comunicación bidireccional, transmisión de datos, recepción de eventos, ejecución de comandos remotos, disponibilidad de red, estabilidad de comunicaciones, generación de reportes y funcionamiento operativo del bloque instalado.

Entregables de la Etapa 2

- Primer bloque de nodos de telegestión suministrado, instalado, configurado y operativo.
- Gateways, concentradores, conectividad y componentes de campo requeridos para la operación del primer bloque.
- Nodos registrados, georreferenciados, parametrizados y asociados a los activos correspondientes.
- Comunicación funcional entre nodos, gateways, plataforma de telecontrol y/o SIAP.
- Verificación de control remoto, monitoreo, alarmas, eventos, reportes y medición de parámetros eléctricos.
- Mapas de cobertura, desempeño de comunicaciones y evidencias de conectividad.
- Inventario parcial de equipos instalados, incluyendo seriales, ubicación georreferenciada y registro fotográfico.
- Informe técnico de avance de la Etapa 2.
- Acta de recibo parcial y aprobación de la Etapa 2 suscrita por la interventoría.

ETAPA 3. IMPLEMENTACIÓN DEL SEGUNDO BLOQUE DE NODOS, CONSOLIDACIÓN DEL SIAP E INTEGRACIÓN FUNCIONAL

Esta etapa comprende el suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento del segundo bloque de nodos de telegestión definido en la forma de pago, junto con los gateways, conectividad, licencias y demás componentes requeridos para su correcta operación.

De manera simultánea, el contratista deberá implementar, parametrizar, comunicar y poner en operación el software SIAP y/o plataforma de gestión del alumbrado público, incluyendo la carga, estructuración, validación, actualización y administración de la información de activos entregada por INFIBAGUÉ, partiendo de las bases de datos existentes del censo de alumbrado público correspondientes a las zonas urbana y rural, así como de la información técnica, planos, inventarios y demás registros disponibles suministrados por la Entidad.

El SIAP deberá permitir la administración integral del inventario del sistema de alumbrado público, incluyendo luminarias telecontroladas y no telecontroladas, estructuras de soporte, redes, transformadores, canalizaciones, información geográfica, reportes, PQRS, órdenes de trabajo, indicadores, eventos, alarmas, trazabilidad de intervenciones y demás funcionalidades exigidas en el Anexo Técnico.

En esta etapa deberá garantizarse la comunicación funcional entre los nodos instalados, gateways, plataforma de telecontrol, software SIAP y demás componentes tecnológicos de la solución, de manera que los reportes de fallos, estados operativos, eventos, alarmas, estatus de activos y demás información mínima definida por INFIBAGUÉ pueda visualizarse, administrarse y consultarse desde las plataformas correspondientes.

Entregables de la Etapa 3

- Segundo bloque de nodos de telegestión suministrado, instalado, configurado y operativo.
- Gateways, conectividad, licencias y demás componentes requeridos para la operación del segundo bloque.
- Plataforma SIAP implementada, configurada y operativa.
- Bases de datos del inventario de alumbrado público actualizadas, estructuradas, depuradas y validadas.
- Inventario de activos incorporado en la plataforma SIAP.
- Visualización geográfica de la infraestructura en modelo gráfico tipo GIS.
- Comunicación funcional entre nodos, gateways, plataforma de telecontrol y SIAP.
- Reportes de fallos, alarmas, eventos, estatus de activos y parámetros operativos visibles en la plataforma correspondiente.
- Herramientas de gestión de activos, órdenes de trabajo, PQRS, indicadores y trazabilidad habilitadas.
- Informe de actualización y validación del inventario.
- Informe técnico de avance, inventario actualizado, evidencias de comunicación, reportes generados por la plataforma y actas de pruebas.
- Acta de recibo parcial y aprobación de la Etapa 3 suscrita por la interventoría.

ETAPA 4. CULMINACIÓN DEL DESPLIEGUE, CENTRO DE CONTROL, INTEGRACIÓN TOTAL, PRUEBAS FINALES Y ENTREGA OPERATIVA

Esta etapa comprende la culminación del suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento de la totalidad de los nodos de telegestión definidos en el proyecto, junto con los gateways, conectividad, licencias, plataforma de telecontrol, software SIAP, Centro de Control y Monitoreo, Video Wall y demás componentes tecnológicos requeridos para la operación integral del sistema.

El contratista deberá suministrar, instalar, configurar y poner en operación el Centro de Control y Monitoreo —CCM—, incluyendo el Video Wall, infraestructura tecnológica, equipos de visualización, comunicaciones, licencias, configuraciones, integración con el SIAP y plataforma de telecontrol, así como los sistemas de monitoreo y visualización necesarios para que INFIBAGUÉ pueda supervisar en tiempo real los activos, alarmas, eventos, indicadores de gestión, mapas geográficos, reportes energéticos y herramientas analíticas del sistema.

En esta etapa deberá consolidarse la integración tecnológica total de la solución. Para tal efecto, el contratista deberá configurar las interfaces de comunicación, APIs, servicios de interoperabilidad, mecanismos de sincronización y herramientas de intercambio de información que permitan la actualización y visualización de eventos y estados operativos de la infraestructura en tiempo real.

La plataforma de telecontrol deberá permitir la interoperabilidad mediante APIs normalizadas, abiertas y documentadas, como mínimo para fallos, control, reportes y estatus de activos. La interoperabilidad entre la plataforma SIAP y la plataforma de telecontrol deberá permitir, como mínimo, la comunicación de reportes de fallos desde la

plataforma de telecontrol hacia la plataforma SIAP, permitiendo visualizar en el SIAP los eventos, fallas y estados operativos de las luminarias telecontroladas.

Una vez implementados e integrados todos los componentes, el contratista deberá ejecutar las pruebas finales funcionales, operativas, de desempeño, interoperabilidad, comunicaciones, seguridad, respaldo, disponibilidad y estabilidad del sistema. Estas pruebas deberán incluir validación de encendido, apagado, regulación de iluminación, transmisión de eventos, alarmas, disponibilidad de comunicaciones, operación del SIAP, desempeño del Video Wall, generación de reportes, funcionamiento de dashboards, respaldo de información y visualización integral desde el Centro de Control.

Posteriormente se desarrollará el proceso de puesta en operación y estabilización de la solución en condiciones reales de funcionamiento, corrigiendo posibles desviaciones y optimizando los parámetros operativos hasta alcanzar los niveles de desempeño exigidos por INFIBAGUÉ.

En esta misma etapa, el contratista deberá realizar la capacitación y transferencia de conocimiento al personal designado por INFIBAGUÉ, así como la entrega del dossier técnico consolidado, manuales, licencias, garantías, inventario final, base de datos actualizada, credenciales institucionales, planos récord, documentación As-Built, actas de pruebas, evidencias fotográficas, reportes y demás documentación requerida para el recibo final.

Igualmente, el contratista deberá entregar el stock estratégico de garantía mínimo requerido, equivalente al uno por ciento (1%) de la cantidad de nodos o teleceldas efectivamente suministrados, instalados y recibidos a satisfacción dentro del proyecto. Dicho stock deberá corresponder a equipos nuevos, originales, de la misma referencia tecnológica, versión y compatibilidad de los equipos instalados en campo, garantizando plena interoperabilidad con la solución implementada.

Para los equipos Gateway, el contratista deberá contar en su poder, durante el término de la garantía ofertada, con mínimo un (1) equipo disponible para reemplazo inmediato. En caso de requerirse garantía sobre más de un Gateway, el contratista deberá realizar la reposición e instalación en sitio dentro de un término máximo de quince (15) días calendario, sin costo adicional para INFIBAGUÉ.

Entregables de la Etapa 4

- Totalidad de nodos de telegestión suministrados, instalados, configurados, comunicados y operativos.
- Totalidad de gateways, concentradores, conectividad, licencias y componentes de campo implementados.
- Plataforma de telecontrol operativa e integrada.
- Software SIAP operativo, actualizado e integrado.
- Centro de Control y Monitoreo implementado.
- Video Wall instalado, configurado, integrado y en operación.

- Infraestructura tecnológica y de comunicaciones del Centro de Control implementada.
- Sistemas de monitoreo y visualización configurados.
- APIs normalizadas, abiertas y documentadas, como mínimo para fallos, control, reportes y estatus de activos.
- Servicios de interoperabilidad configurados.
- Comunicación funcional entre plataforma de telecontrol, SIAP, gateways, nodos y Video Wall.
- Sistema tipo GIS integrado con visualización en tiempo real.
- Dashboards de gestión, indicadores operativos, reportes energéticos y herramientas analíticas habilitadas.
- Protocolos y resultados de pruebas funcionales, operativas, de interoperabilidad, comunicaciones, disponibilidad, seguridad, respaldo y estabilidad.
- Actas de validación y conformidad.
- Informe de estabilización operativa.
- Sistema completamente operativo en ambiente real.
- Capacitación certificada al personal de INFIBAGUÉ.
- Manuales técnicos, operativos y de mantenimiento.
- Procedimientos y protocolos de operación.
- Planos récord y documentación As-Built.
- Licencias, respaldos, configuraciones y credenciales institucionales entregadas.
- Inventario consolidado de equipos instalados.
- Relación de seriales y trazabilidad de equipos.
- Stock estratégico entregado y verificado.
- Certificados de garantía de los equipos entregados.
- Dossier técnico consolidado.
- Acta de recibo final y aprobación de la Etapa 4 suscrita por la interventoría, con visto bueno de INFIBAGUÉ.

ETAPA 5. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO, ENTREGA FINAL, CIERRE TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y LIQUIDACIÓN CONTRACTUAL

Esta etapa corresponde a la fase final de ejecución contractual y comprende la transferencia integral de conocimiento, la entrega definitiva de la documentación técnica, operativa y administrativa del proyecto, la entrega del stock estratégico de reposición, el recibo final a satisfacción del sistema implementado y el cierre técnico, administrativo, financiero y jurídico del contrato.

Durante esta etapa, el contratista deberá realizar la transferencia integral de conocimiento al personal designado por INFIBAGUÉ, mediante procesos de capacitación técnica, administrativa y operativa sobre el uso, administración, monitoreo y gestión del software SIAP, la plataforma de telecontrol, el Centro de Control y Monitoreo, el Video Wall, la gestión GIS, los reportes, indicadores, alarmas, eventos, órdenes de trabajo, respaldos de información y demás funcionalidades asociadas al sistema central de gestión y control del alumbrado público.

Así mismo, el contratista deberá entregar la documentación final del proyecto, incluyendo manuales técnicos, manuales operativos, manuales de mantenimiento, memorias técnicas, configuraciones, licencias, respaldos, credenciales institucionales, planos récord, documentación As-Built, protocolos operativos, procedimientos de mantenimiento, actas de pruebas, inventario consolidado de equipos instalados, relación de seriales, certificados de garantía y demás documentos requeridos para garantizar la operación, administración, trazabilidad, soporte y continuidad del sistema por parte de INFIBAGUÉ.

El contratista deberá suministrar y entregar a INFIBAGUÉ los equipos de reposición requeridos para la atención de fallas, mantenimientos correctivos y contingencias que puedan presentarse durante la operación del sistema de gestión y control del alumbrado público. Para tal efecto, deberá entregar un stock estratégico equivalente al uno por ciento (1%) de la cantidad de nodos o teleceldas efectivamente suministrados, instalados y recibidos a satisfacción dentro del proyecto.

El stock estratégico deberá estar compuesto por equipos nuevos, originales, de la misma referencia tecnológica, versión y compatibilidad de los equipos instalados en campo, garantizando su plena interoperabilidad con la solución implementada. La cantidad definitiva de equipos de reposición será calculada sobre el total de dispositivos efectivamente instalados y recibidos a satisfacción durante la ejecución contractual. Como mínimo, el stock deberá incluir el uno por ciento (1%) del total de nodos instalados.

Para los equipos Gateway, el contratista deberá contar en su poder, durante el término de la garantía ofertada, con mínimo un (1) equipo disponible en todo momento para reemplazo inmediato. En caso de que la garantía se requiera para más de un equipo Gateway, el contratista dispondrá de un término máximo de quince (15) días calendario para realizar su reposición, instalación, configuración y puesta en funcionamiento en sitio, sin costo adicional para INFIBAGUÉ.

Para el cierre de esta etapa, deberá haberse verificado el cumplimiento total del objeto contractual, la entrega de la totalidad de bienes, equipos, licencias, plataformas, software, nodos, gateways, Video Wall, documentación técnica y demás entregables contractuales, así como el funcionamiento integral, estable y recibido a satisfacción del sistema central de gestión y control del alumbrado público.

El contratista deberá acreditar el paz y salvo de sus obligaciones laborales, contractuales, administrativas y técnicas asociadas a la ejecución, así como el cumplimiento final de los aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, respecto del personal vinculado durante la ejecución contractual.

De igual manera, deberá garantizar la vigencia, aprobación y actualización de las garantías contractuales exigidas para la etapa de liquidación y poscontractual, incluyendo las garantías de calidad, correcto funcionamiento, soporte, licenciamiento, estabilidad de la solución, disponibilidad de repuestos y demás amparos aplicables conforme al contrato.

La suscripción del acta de liquidación estará precedida del concepto favorable de cierre emitido por la interventoría, en el cual se dejará constancia del cumplimiento técnico,

operativo, documental, financiero, administrativo y contractual de la solución implementada, así como del recibo final a satisfacción por parte de INFIBAGUÉ.

Entregables de la Etapa 5

- Capacitación certificada al personal designado por INFIBAGUÉ.
- Registros de asistencia, material de capacitación y certificaciones correspondientes.
- Manuales técnicos, operativos y de mantenimiento.
- Procedimientos y protocolos de operación del sistema.
- Planos récord y documentación As-Built.
- Licencias, respaldos, configuraciones y credenciales institucionales entregadas.
- Dossier técnico final aprobado.
- Inventario consolidado de equipos instalados.
- Relación de seriales y trazabilidad de equipos.
- Stock estratégico entregado y verificado.
- Certificados de garantía de los equipos entregados.
- Constancia de funcionamiento integral, estable y recibido a satisfacción del sistema.
- Acta de recibo final.
- Concepto favorable de cierre emitido por la interventoría.
- Verificación del cumplimiento total del objeto contractual.
- Paz y salvo de obligaciones laborales, contractuales, administrativas y técnicas.
- Acreditación final de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar.
- Garantías contractuales vigentes, aprobadas y actualizadas para la etapa poscontractual.
- Acta de liquidación del contrato.

4. CAPÍTULO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN -TELECONTROL

El objeto de este capítulo, es establecer las especificaciones técnicas y operacionales mínimas para el diseño, implementación, integración y puesta en marcha de sistemas de administración, control y monitoreo de iluminación remota de alumbrado público, que contribuyan a optimizar la operación, el mantenimiento y la eficiencia energética de la infraestructura de iluminación urbana. Así mismo establecer las especificaciones técnicas mínimas del sistema de información de alumbrado público por medio del software integral SIAP, centro de control y video Wall, para que estas especificaciones se enmarquen en los lineamientos de transformación digital de la ciudad, promoviendo infraestructura, interoperable y sostenible.

4.1 Resumen del capítulo de dispositivos electrónicos de comunicaciones

El Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué, INFIBAGUÉ como administrador del alumbrado público de la ciudad, está interesado en la implementación de

una solución inteligente de gestión del alumbrado público que permita un funcionamiento totalmente autónomo (encendido/apagado), regulación para el control individual de iluminación, con posibilidad de anulación manual para luminarias individuales/agrupadas.

Este documento está orientado a servir como referente facilitando la adopción de soluciones estandarizadas y alineadas con la normativa vigente, incluyendo el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 2026 (Resolución 40286), que establece los requisitos técnicos, de eficiencia energética, interoperabilidad y seguridad aplicables al alumbrado público.

El documento no aplica a requisitos específicos de diseño fotométrico de luminarias, los cuales están regulados por normas y reglamentos técnicos complementarios.

La solución técnica se fundamenta en el despliegue de una plataforma integrada estandarizada, escalable y segura, que permita la gestión centralizada de los dispositivos lumínicos, con capacidades de:

- Monitoreo y detección automática de fallas.
- Medición y análisis en tiempo real del consumo energético.
- Georreferenciación y control individual o grupal de luminarias.
- Atenuación dinámica y programación flexible de niveles lumínicos.
- Seguridad y ciberseguridad integral de la infraestructura.
- Gestión de comunicaciones mediante canales confiables y redundantes.
- Soporte en infraestructura de Data Center y modelos de servicio.

En conjunto, este marco técnico busca cumplir plenamente con los requerimientos normativos, funcionales y tecnológicos establecidos por las ciudades, contribuyendo a la consolidación de un sistema de alumbrado público más eficiente, resiliente y sostenible.

El sistema debe transmitir información completa, pertinente e inmediata sobre cualquier avería y construir una visión de conjunto de toda la red de alumbrado de la ciudad para facilitar las actividades de mantenimiento.

La solución técnica debe ser viable a medio y largo plazo, estar preparada para el futuro, gracias a la posibilidad de integrarse con sistemas actuales o futuros, y evitar estar atada a un estándar propietario de un único proveedor. La plataforma también debe integrarse con otras aplicaciones de ciudades inteligentes.

Aunado a lo anterior el contratista en todo momento y bajo todas las etapas del proyecto, deberá ceñirse a los requerimientos técnicos de la ficha de especificaciones técnicas establecidas.

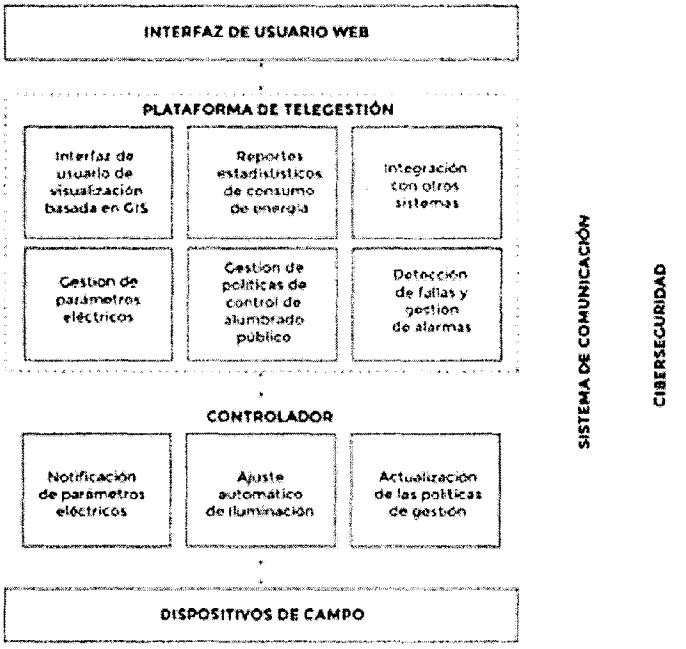
4.2 Diseño del sistema de gestión de iluminación

En términos generales, el sistema de alumbrado público puede verse como un servicio integral, proporcionando un sistema de gestión de iluminación centralizado que puede ser desplegado en servicios de nube (SaaS, PaaS o IaaS) o en infraestructura propia como una solución de interconexión de luminarias de alumbrado público y deberá incluir:

- Interfaz de usuario web.
- Nodo de dispositivos electrónicos de comunicaciones.
- Dispositivos de campo Gateway.
- Sistema de comunicación.
- Ciberseguridad.

El sistema de gestión de iluminación proporciona procesamiento, almacenamiento, seguridad, conectividad e interfaz gráfica al usuario. También permite la conexión remota con las luminarias de alumbrado público para monitorear, controlar y recibir datos operativos del hardware de alumbrado público y proporcionar así, la conexión del sistema de alumbrado público con otros sistemas utilizados por el operador.

Imagen 4. Arquitectura funcional de un servicio de Telecontrol para alumbrado público.



Fuente: REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP 2026 (Resolución 40286)

4.3 Solución integral de extremo a extremo

Para reducir los riesgos de la tecnología de la información, el sistema central de gestión de alumbrado público debe diseñarse como una solución completa de extremo a extremo, que permita conexiones sencillas y automatizadas desde cualquier luminaria conectada en el alumbrado público, hasta la gestión completa del sistema en el centro de control del operador de iluminación.

Cada zona de la ciudad es heterogénea, y esto significa que se pueden encontrar varias características y situaciones en el momento de la implementación. En este sentido, la solución de control debe ser lo suficientemente flexible como para permitir el control, gestión

y supervisión de los puntos de luz individuales o grupales, dentro de la misma interfaz de usuario.

Algunas características simplificadas del sistema de control:

- La implementación debe basarse en una red de radiofrecuencia (RF), en topología de estrella, por su eficiencia técnica, cobertura, escalabilidad y menores costos operativos
- En el sistema, uno o varios Concentradores y/o *Gateways*, actuarán como una puerta de enlace de información entre las luminarias y la plataforma de gestión, para cargar y descargar datos para la aplicación. Eso se puede hacer utilizando una red radiofrecuencia entre el concentrador y las luminarias y una conexión de internet (con o sin cables) del concentrador al sistema central.
- El sistema debe funcionar como una solución no específica y apropiada, que se pueda conectar a cualquier luminaria a través de la base NEMA, ya sea con dispositivo eléctrico o electrónico de alimentación, *LED driver* 0-10 V, 1-10 V, DALI.

Aunado a lo anterior el contratista en todo momento y bajo todas las etapas del proyecto, deberá ceñirse a los requerimientos técnicos de la ficha de especificaciones técnicas establecidas.

4.4. Características de la conectividad

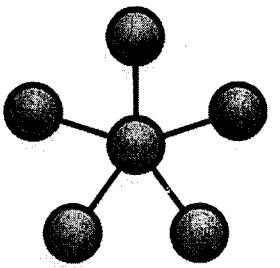
La red RF no licenciada debe implementarse con comunicación segura en toda la transferencia de datos y/o señales a la aplicación. Como requisitos mínimos a continuación:

- Debe permitir implementarse como una arquitectura primaria
- Debe considerarse el uso de tecnologías de encriptación o la utilización de elementos que garanticen la seguridad de la información, con el objetivo de evitar ataques cibernéticos a los nodos de control de iluminación
- Capacidad de enviar y recibir comandos desde los equipos instalados en la red (comunicación bidireccional)
- Para la ubicación del concentrador y/o *Gateways*, el mismo tiene que ser instalado en posiciones con una buena opción de conectividad (sea cableada o celular)
- La propuesta del proveedor debe considerar los costos de planificación de red, diseño, instalación del concentrador RF, configuración y puesta en marcha de la red.
- A través de todo el sistema, el software debe precargarse y actualizarse de forma remota (OTA – *Over the Air*).
- El *Gateway* debe permitir un control del rendimiento de la red no limitado al número de nodos. La cantidad de nodos se definió en función a la necesidad principal de gestionar los ejes viales de la ciudad de Ibagué.
- En caso de que, durante la etapa de implementación, puesta en operación o validación de cobertura de la solución de telecontrol ofertada, se evidencie técnicamente la necesidad de incorporar una cantidad adicional de Gateway a los inicialmente propuestos en la etapa de la licitación, estos deberán ser suministrados, instalados, configurados y puestos en funcionamiento por cuenta y riesgo del contratista, sin que ello genere costos adicionales para la entidad contratante. Lo anterior, con el fin de garantizar el cumplimiento integral de la cobertura, capacidad, disponibilidad, estabilidad operativa y desempeño de la solución ofertada, conforme

a las especificaciones técnicas y condiciones funcionales exigidas dentro del proceso contractual.

- Las soluciones en redes no licenciadas deben basarse en conexión a través de estrella.
- La topología estrella es una conexión punto-multipunto, y está compuesta por varios equipos de control remoto que se conectan a un concentrador

Imagen 5 Ejemplo de un sistema con red RF (estrella)



Fuente: Elaboración propia

4.5. Especificaciones Técnicas

El sistema central de gestión de alumbrado público debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

- Plataforma de software.
- Aplicación de Gestión de Iluminación Remota (PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO).
- Nodos de control de iluminación y Gateway
- Capacidad de hacer interfaz con otros sistemas.

Acá se detallan las especificaciones del sistema, en cuanto las especificaciones mínimas son definidas en la ficha de especificaciones técnicas.

4.6. Plataforma de Software para gestión remota de dispositivos de comunicaciones

La operación de la plataforma de software debe considerar que:

- La plataforma de software para gestión de Alumbrado público debe ser totalmente escalable, altamente confiable y rápida. Debe proporcionar una interfaz de usuario dinámica para manejar millones de activos de iluminación pública y consultas de activos.
- El operador sólo necesita instalar un navegador web de referencia para su uso.
- La conectividad y la ruta de comunicación entre el hardware y el *back-end* deben ser un servicio totalmente administrado en el que el suministro de tecnología de conectividad, la gestión de proveedores, la vinculación y el mantenimiento del servicio de conectividad estén integrados.
- La solución de la plataforma de software debe emplear sesiones de usuario seguras a través de protocolo https con todas las interacciones protegidas. Así mismo, la interfaz de usuario web debe contar con certificados SSL (Secure Sockets Layer) o TLS (Transport Layer Security), que garanticen la transferencia de datos cifrados entre los navegadores y los servidores web de forma segura.
- El sistema debe usar autenticación adicional para evitar el acceso de usuarios incorrectos, desapercibidos o maliciosos.

- El sistema debe garantizar la integridad de los datos a largo plazo y tener un porcentaje de disponibilidad del 99,9%.
- Los datos de iluminación del alumbrado público mantenidos dentro de la plataforma de software deben almacenarse de manera redundante en múltiples ubicaciones, para que todos los datos puedan recuperarse de inmediato, aunque haya catástrofes u otros desastres regionales.
- Los recursos de iluminación conectados se pueden controlar en el mismo entorno de plataforma, lo que permite conectar múltiples tecnologías.
- Debe ser compatible con versiones anteriores y posteriores con hardware de comunicación.
- La plataforma de software debe ser capaz de desarrollarse automáticamente según las necesidades del operador, permitiendo un número ilimitado de luminarias de cualquier marca o fabricante en una sola interfaz, sin la necesidad de instalar o actualizar software.
- La plataforma de software, la comunicación y el soporte mínimo debe estar incluidos durante el tiempo de garantía solicitado para este proyecto.
- La solución debe incluir acuerdos o avisos de privacidad de los datos de usuario configurados en el sistema.
- Los servicios de soporte de primer nivel deben ser definidos de acuerdo con el proyecto, siguiendo las prácticas internacionales para servicios de soporte.

4.7. Aplicación de Gestión de Iluminación Remota (PLATAFORMA DE TELECONTROL DE ALUMBRADO PÚBLICO)

Como se especificó anteriormente, se debe proporcionar un sistema de gestión de iluminación como parte de la plataforma de software.

A continuación, se detalla cómo se debe diseñar y proporcionar el sistema:

- Debe proporcionar una interfaz capaz de georreferenciar en un plano o mapa los puntos de luz.
- El sistema debe mostrar las regiones y los nombres de las vías vehiculares, peatonales, plazas o parques.
- El aplicativo de iluminación debe permitir la creación de regiones y subregiones específicas a demanda del operador.
- Debe ser posible crear grupos flexibles y/o regionales para agrupar puntos de luz de acuerdo con las necesidades del operador. Ejemplos de tales grupos pueden ser rotondas, nombres de estaciones, pasos de peatones, circuitos o cualquier otro grupo que el instituto defina como lo desee.

La PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO debe ofrecer los siguientes beneficios de usuario para el instituto INFIBAGUE:

- Gestión remota: Adaptación flexible de los niveles de luz:
- Planificación eficiente a través de calendarios: Control remoto de las luminarias de forma individual y/o por grupo de luminarias.
- Monitoreo de iluminación: Estado de iluminación en tiempo real
- Auto notificaciones de fallas:
    - Medición del consumo de energía (W/h)
    - Medición de nivel de tensión (V)

- Medición de corriente (A)
- Medición de nivel de potencia (W)
- Medición del factor de potencia
- Consumo en tiempo real de energía e histórico completo de la misma: Suministro de herramientas para medición y verificación.
- Visualización: Suministro de una interfaz de usuario (UI) para proporcionar una visualización basada en mapas, que incluye, entre otros, la ubicación y el estado de funcionamiento de las luminarias, información de fallas e información de consumo de energía.
- Interoperabilidad: Permitir el intercambio de información que pueda ser usada por los componentes del sistema y los sistemas externos, a través de protocolos libres de comunicación. Se debe permitir la conexión de interfaz de programación de aplicaciones (API) para el acceso de información u otras interfaces.
- Escalabilidad y gestión de la información: Flexibilidad para la inclusión a futuro de una mayor cantidad de nodos, sin que esto afecte el desempeño en la gestión de los que se encuentren conectados al sistema.
- Comunicación bidireccional: Garantizar la comunicación bidireccional entre todos los componentes de la arquitectura del sistema de control de iluminación.

4.8. Especificaciones técnicas (PLATAFORMA DE CONTROL DE ALUMBRADO PÚBLICO)

La Plataforma de Gestión De Alumbrado Público debe soportar la gestión ilimitada de puntos de luz de rápido rendimiento, algunas funcionalidades básicas que el sistema debe cumplir son:

- La plataforma de gestión de alumbrado público debe permitir el control automático y manual de cualquier luminaria conectada a la red.
- La plataforma de gestión debe proporcionar la capacidad de definir y asignar calendarios específicos con formas de atenuación configurables por Infibague, con la flexibilidad de incluir excepciones programadas por calendario.
- Los usuarios autorizados pueden iniciar sesión en el sitio en cualquier momento desde cualquier lugar y controlar y monitorear todas las partes del sistema de acuerdo con sus derechos y parámetros de usuario.
- La plataforma de gestión debe proporcionar un método de informes dinámicos que muestre varias agrupaciones de datos de energía, generación de informes y generación de consultas dinámicas de recursos, como parte de una interfaz de usuario fácil de usar desde un navegador web.
- Todos los datos se deben exportar desde el navegador web a archivos de formato CSV o un formato similar.
- Los datos de consumo de energía podrían ser utilizados para la facturación de energía (sujeto a acuerdos con el proveedor de energía Celsia).

4.8.1 Interoperabilidad La plataforma de gestión de alumbrado público y de la luminaria conectada

Las luminarias conectadas deben vincularse de manera fácil y rápida al sistema de la plataforma de gestión, se debe permitir relacionar la distribución física de cada luminaria en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS), a través de georreferenciación de cada luminaria en el sistema. El equipo conectado debe proporcionar la información completa del activo como configuraciones específicas de fábrica, registros de historiales e información en tiempo real.

El sistema debe permitir al equipo técnico de Infibague ver y administrar la luminaria conectada en el mapa y solamente visualizar las demás luminarias públicas (aunque no estén conectadas al sistema).

El sistema debe permitir la interoperabilidad a través de APIs normalizadas y abiertas. Para tal fin, el proveedor deberá proporcionar la documentación estándar de las APIs, como mínimo de (fallos, control, reportes, estatus de activo).

Para asegurar la disponibilidad, la solución extremo-a-extremo (E2ES) debe utilizar métodos de recuperación de información, acceso o comunicación ante fallos.

4.8.2 Notificación automática de fallas de luminarias conectadas

Las fallas visibles en la plataforma de gestión de alumbrado público deben centrarse en las fallas relevantes para el funcionamiento del alumbrado público. La plataforma de gestión de alumbrado público debe soportar las siguientes condiciones de operación, entregadas tras la notificación de falla de las luminarias de campo conectadas:

- Fallas eléctricas
- Fallas en el hardware de la luminaria conectada
- Falla de comunicación
- Falla del nodo de control de iluminación
- Consumo de energía mayor o menor al normal
- Fallas de operación (encendidas o apagadas erróneamente).

4.9 Nodo de control de iluminación o telecelda

Los nodos de control de iluminación inteligente, que sean instalados en las luminarias LED de alumbrado público, deben tener algunas características mínimas de funcionamiento, como las siguientes:

- El nodo debe usar redes de comunicación de radio frecuencia no licenciadas (banda 902 - 928 Mhz).
- El nodo debe permitir relacionar la distribución física de cada luminaria en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS).
- El nodo debe configurarse para el funcionamiento de la fotocelda o reloj astronómico desde el momento en que está conectado a una luminaria alimentada.
- La plataforma de software / PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO debe poder enviar comandos de conmutación, comandos de nivel de iluminación, tiempos de nivel de iluminación, información de calendario y hora a un solo nodo o grupos configurables de nodos de.

- El nodo debe monitorear el consumo de energía, la tensión, la corriente y el factor de potencia para identificar fallas (eventos) a partir de esta información, como:
    - Falla de la lámpara o placa LED.
    - Falla en la energía.
    - Falla del factor de potencia.
    - Falla de conectividad.
    - Fallas en el hardware de la luminaria conectada.
    - Falla de comunicación.
    - Falla del nodo de control de iluminación
    - Consumo de energía mayor o menor al normal
    - Fallas de operación (encendidas o apagadas erróneamente)
    - Será capaz de monitorear las características de la luminaria:
        - Corriente
        - Tensión
        - Potencia

4.10 Especificaciones de hardware

Los nodos de control de iluminación, deben tener las siguientes características mínimas de Hardware:

- Debe permitir que las luminarias operen independientes cuando falla la comunicación a la PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.
- Debe tener una manera de operar de forma autónoma sin la conexión con el sistema central. Algunas maneras de operación autónoma pueden ser: fotocelda, reloj astronómico, entre otras.
- La vida útil del controlador de luminaria exterior debe ser declarada por el fabricante mediante ficha técnica y debe ser superior a 10 años.
- El controlador de luminaria exterior debe cumplir con los documentos normativos y reglamentaciones de seguridad eléctrica aplicables vigentes.
- El controlador de luminaria exterior debe registrar e informar los puntos de conmutación, tales como:
    - Apagar, encender, horas de encendido.
    - Encendido / apagado de iluminación por niveles de iluminancia.
    - Encendido / apagado de iluminación por reloj astronómico.
    - Encendido / apagado de iluminación mediante anulación manual.
    - Cambio de nivel de iluminación por calendario de regulación.
    - Cambio de nivel de iluminación mediante anulación manual.
    - Será posible actualizar el firmware del controlador de luminaria exterior de forma inalámbrica de la siguiente manera, de acuerdo con las versiones disponibles por el fabricante:
        - Actualización de características (diferenciación) y corrección de problemas / errores.
        - El proceso de actualización del firmware será confiable contra cortes de red e interrupciones de energía.
        - Las actualizaciones no deben comprometer el funcionamiento de los activos de iluminación.
        - Las actualizaciones de firmware serán compatibles con la base instalada completa de controladores.

- El punto de luz individual de todos los tipos de redes debe ser adecuado tanto para la red eléctrica continua (24 horas de alimentación) como para la red eléctrica conmutada.
- Debe incluir la función de GPS para informar su propia ubicación en el sitio, y debe hacerlo con una precisión de ubicación CEP de 2,5m.
- Los umbrales (valores límites) de operación normal deben permitir configurarse para detección: Corriente máxima y mínima, potencia máxima y mínima, otras alarmas de características eléctricas y de operación de acuerdo con ajustes manuales o informaciones preconfiguradas del fabricante de luminaria.
- Cuando los nuevos activos aparecen en la interfaz de usuario, la puesta en marcha debe ser posible convirtiéndolos fácilmente en puntos de luz.
- Debe ser posible configurar los parámetros de conmutación de encendido y apagado desde la interfaz de usuario.
- Será posible configurar el modo de cambio del controlador de luminaria exterior desde la interfaz de usuario y ajustar el reloj astronómico y el rango de conmutación de niveles de iluminancia.
- Si es operado por fotocelda, el controlador de luminaria exterior mide y cambia el punto de luz según el nivel de iluminancia con umbral para poder configurarse a través de la interfaz de usuario. Este modo de cambio estará respaldado por el modo de reloj astronómico. Los niveles de iluminancia para encendido y apagado por fotocelda deben ser ajustables por el usuario.
- El controlador de luminaria exterior debe utilizar la ubicación y la hora del GPS (o cualquier otro sistema de sincronismo de reloj) para calcular los tiempos de conmutación de Amanecer / Atardecer, a través de la interfaz de usuario.
- Cuando la operación está con reloj astronómico y referencia horaria no está disponible (por ejemplo, sin GPS), la luz debe estar encendida (operación de emergencia).

4.10.1 Especificaciones mecánicas y eléctricas:

Los nodos de control de iluminación, para el control de puntos de luz individuales deben ser compatibles con todos los tipos de luminarias a través del conector NEMA ANSI C136.41 de 5 o 7 pines a partir de los valores de alimentación de red de acuerdo con los valores de tensión y frecuencia de red definidos en los documentos normativos o reglamentos técnicos aplicables vigentes.

El receptáculo debe permitir la conexión de controladores 0-10V, 1-10V o DALI para atenuación o solo On/Off; Para conservar la hermeticidad del conjunto inteligente, el grado de protección al ingreso de polvo y de ingreso de agua, para el nodo o controlador externo de iluminación debe ser el mismo que se solicita para luminarias según los documentos normativos o reglamentos técnicos aplicables vigentes.

4.10.2 Concentrador o Gateway

El concentrador (Gateway) considerado para la funcionalidad del sistema, debe cumplir como mínimo las siguientes características de funcionamiento y especificaciones técnicas:

- Deben ser usadas redes de comunicación de radio frecuencia no licenciadas para la comunicación entre los nodos y el concentrador.
- Tener capacidad de gestión y escalabilidad que permita soportar un mínimo de 3000 nodos o teleceldas, por cada Gateway o elemento concentrador, sin degradación del desempeño del sistema, lo cual deberá ser sustentado mediante documentación técnica del fabricante y/o memoria de diseño de red.
- Capacidad de configuración, diagnóstico y mantenimiento local mediante conectividad inalámbrica tipo WiFi, que permita la intervención sin necesidad de acceso físico directo al equipo instalado en poste.
- Debe ser capaz de conectarse a internet inalámbricamente utilizando conectividad celular y cableada por fibra óptica), tener como mínimo: dos (2) módems celulares y un puerto ethernet (disponibles).
- Debe contar con GPS integrado, con una precisión de posicionamiento CEP50 < 2.5 metros.
- Soportar un esquema de seguridad con la posibilidad del establecimiento de VPNs utilizando protocolos estándares como IPSec, IKEv2 y/o similares
- Deberá acreditar que la solución de software de gestión o el proveedor cuenta con certificación vigente en la norma ISO/IEC 27001:2022, o equivalente, para la gestión de la seguridad de la información.
- Deberá garantizar que la solución de gestión del alumbrado público ofertada cuente con certificación de interoperabilidad bajo el estándar TALQ, expedida por un organismo reconocido, que asegure la integración entre dispositivos de campo y plataformas de gestión de diferentes fabricantes, como requisito deberá adjuntarse dicho certificado.
- La vida útil del concentrador (Gateway) debe ser declarada por el fabricante mediante ficha técnica y/o certificación del fabricante, en la cual conste que debe ser igual o superior a 10 años.

Aunado a todo el capítulo anterior el contratista en todo momento y bajo todas las etapas del proyecto, deberá ceñirse a los requerimientos técnicos de la ficha de especificaciones técnicas establecidas.

4.10.3 Operación de emergencia del sistema

El sistema de gestión remota del alumbrado público, bien como cualquier otro, está sujeto a fallas de comunicación, operación o eléctricas. Estas fallas deben ser minimizadas por el sistema de tal manera que se mantenga la iluminación en la calle de forma correcta independientemente de esas condiciones. De esa manera, el sistema debe cumplir con las siguientes características:

- En caso de falla de comunicación con el sistema central o concentrador, el sistema debe operar a través de reloj astronómico y/o fotocelda independiente de la comunicación.
- En el caso de que el controlador funcione como reloj astronómico, el mismo debe poder recibir la referencia horaria para funcionamiento.
- En el caso de que el controlador tenga calendarios de dimerización preprogramados, los mismos deben seguir operando en cuanto el controlador tenga la referencia horaria.

- En caso de fallas del sistema central (servidor y/o nube), el sistema de controladores y concentradores debe operar normalmente de acuerdo con los últimos calendarios de operación.
- En el caso de que el sistema no tenga comunicación con los controladores o que el mismo controlador no tenga la referencia horaria de ninguna forma, el controlador debe dejar la luminaria encendida hasta que la comunicación y/o referencia horaria se restablezca;

Aunado a lo anterior el contratista en todo momento y bajo todas las etapas del proyecto, deberá ceñirse a los requerimientos técnicos de la ficha de especificaciones técnicas establecidas.

4.10.4 Conectividad de la luminaria en campo y la Plataforma de Gestión de Alumbrado Público

El nodo debe conectarse automáticamente a la aplicación de gestión de iluminación remota (PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO) sin intervención del usuario.

Después de la instalación en campo, el nodo conectado debe realizar las siguientes acciones:

- Conexión a la PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.
- Ubicación de la luminaria en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS);
- Importación de datos de activos a la PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Después de la instalación en campo, la luminaria conectada aparece en la aplicación de GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO y está visible en el mapa de la interfaz gráfica de usuario. Deben presentar las siguientes características:

- La luminaria conectada y su posición debe aparecer como un marcador en la interfaz de usuario web.
- La operación por fotocelda o reloj astronómico debe incorporarse al controlador de luminaria exterior de la luminaria conectada para evitar el funcionamiento durante el día en caso de que una conexión se vuelva problemática por cualquier motivo.
- No debe haber limitación en la cantidad de dispositivos conectados al sistema y ninguna restricción en la forma en que los dispositivos se implementan en el campo (en términos de cantidades o ubicaciones).
- La plataforma de gestión de alumbrado público debe enviar comandos de conmutación, comandos de nivel de iluminación, tiempos de nivel de iluminación, información de calendario y horario para una sola luminaria conectada o grupos configurables de luminarias conectadas.
- La luminaria conectada envía automáticamente fallas (eventos) y datos operativos (consumo de energía, horas de funcionamiento) que se muestran y analizan en la plataforma de gestión de alumbrado público.

- El controlador de luminaria exterior debe ser compatible con el protocolo DALI o 0-10V o 1-10V para la atenuación.
- El software del controlador remoto debe poder actualizarse de forma inalámbrica y automática.

4.11 Interfaz con otros sistemas

4.11.1 Interfaz de programación de aplicaciones (API)

El sistema debe permitir la interoperabilidad a través de APIs normalizadas y abiertas. Para tal fin, el proveedor deberá proporcionar la documentación estándar de las APIs, como mínimo de (fallos, control, reportes, estatus de activo).

El proveedor del sistema debe proporcionar servicios de integración rentables y soporte técnico.

El sistema de gestión de alumbrado público debe ser capaz de habilitar interfaces de servicio web de referencia para el intercambio de datos con sistemas de terceros (por ejemplo, sistemas de gestión de activos). La API debe estar diseñada para permitir la conexión a la plataforma de gestión de alumbrado público como referencia si el instituto desea mantener su solución de gestión de activos externos establecida. La API debe proporcionar métodos para intercambiar, por ejemplo, datos de activos y fallas a la plataforma de gestión de alumbrado público, recibir comandos de control y reportes.

La API de activos debe proporcionar las siguientes funcionalidades:

- Exportación de informaciones de fallas a la PLATAFORMA DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PUBLICO (proporcionada por luminaria conectadas) al sistema externo de gestión de activos.
- Importación de propiedades de datos de activos e informaciones de puntos de luz (geolocalizaciones y otros datos de activos de iluminación) del sistema de gestión de activos externos para la plataforma de gestión de alumbrado público.

4.12 Formación

El proveedor de la solución debe capacitar al personal del instituto, debe certificarlos, y estas certificaciones deben ser válidas durante al menos tres años.

4.13 Documentación

El proveedor de la solución debe entregar:

- Descripción detallada de la arquitectura técnica y de aplicación del software.
- Arquitectura detallada y métodos para integrar la red de comunicaciones del Contratista con la red de la Autoridad Contratante.
- Parcheado y segmentación - requisitos de acceso a la red del Órgano de Contratación
- Prueba de seguridad e intrusión realizada por un organismo de pruebas neutral y reconocido

- Plan de copia de seguridad/restauración y mecanismos que permiten realizar copias de seguridad de los datos de inventario.
- Descripción de los métodos de instalación en los tres entornos diferentes (PRUEBA / ACEPTACIÓN / PRODUCCIÓN) de la Autoridad Contratante.
- Documentación estándar de APIs, como mínimo de (fallos, control, reportes, estatus de activo).
- Documentación sobre soluciones de interfaz
- Ficha de descripción técnica resumida del sistema, los controladores y la red de comunicación
- Guía técnica detallada para sistema, controladores y red de comunicación
- Guía de instalación controladores y red de comunicación.
- Documento de propiedad de la información en donde se garantiza que la misma es de propiedad exclusiva de INFIBAGUÉ.
- Toda la información, datos, registros, eventos, reportes, imágenes, ubicaciones, coordenadas, inventarios, configuraciones, históricos de operación, órdenes de trabajo, PQRS, alarmas, mediciones y demás información generada o administrada por la solución será de propiedad exclusiva de INFIBAGUÉ. El CONTRATISTA no podrá copiar, transferir, explotar, comercializar, eliminar, restringir o disponer de dicha información sin autorización previa y escrita de la Entidad.

4.14 Marco Conceptual, Normativo y Operativo del Servicio de Alumbrado Público

El Sistema de Alumbrado Público corresponde al conjunto de infraestructura, equipos y elementos tecnológicos destinados a garantizar la iluminación de los espacios públicos del municipio. Este Sistema está conformado, entre otros, por:

- luminarias
- redes eléctricas de alimentación
- transformadores
- postes y estructuras de soporte
- canalizaciones
- sistemas de control y medición

así como todos los componentes necesarios para la correcta prestación del servicio de alumbrado público que no hacen parte del sistema general de distribución de energía eléctrica.
En el caso del Municipio de Ibagué, la gestión de esta infraestructura se encuentra bajo la responsabilidad institucional del Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué – INFIBAGUÉ, entidad encargada de la administración, operación y modernización del sistema.

4.15 Desarrollos tecnológicos asociados al alumbrado público

Los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público comprenden la incorporación de nuevas tecnologías y soluciones innovadoras orientadas a optimizar la operación del sistema.

Entre estos desarrollos se incluyen:

- Luminarias con tecnologías de alta eficiencia energética
- Nodos de control de iluminación
- Nuevas fuentes de alimentación eléctrica
- Tecnologías de información y comunicaciones (TIC) aplicadas al alumbrado público
- Sistemas de monitoreo remoto
- Plataformas de gestión de activos
- Estas tecnologías permiten mejorar significativamente la operación del sistema mediante:
- Detección temprana de fallas
- Medición y control del consumo energético
- Georreferenciación de la infraestructura
- Regulación del flujo luminoso
- Interoperabilidad entre sistemas
- Implementación de protocolos de ciberseguridad
- lo cual contribuye a una gestión más eficiente, sostenible y confiable del servicio de alumbrado público.

4.16. Análisis de Cobertura de Red de Radiofrecuencia LPWAN

El sistema de telecontrol para el alumbrado público del municipio de Ibagué, contempla una arquitectura de comunicaciones basada en tecnología LPWAN (Low Power Wide Area Network), orientada a garantizar alta cobertura, escalabilidad, confiabilidad operativa y capacidad masiva de integración de dispositivos de control y monitoreo.

La solución permitirá la administración inicial de TRES MIL (3.000) nodos, distribuidos sobre las vías principales y corredores estratégicos del municipio de Ibagué, contemplando adicionalmente capacidad de expansión futura para la integración progresiva de la totalidad del sistema de alumbrado público de la ciudad.

El contratista deberá realizar el correspondiente análisis de cobertura de radiofrecuencia (RF), considerando criterios de ingeniería de telecomunicaciones asociados a propagación de señal, capacidad de enlace y comportamiento de red LPWAN en entornos urbanos y suburbanos del municipio de Ibagué.

En caso de que, durante la etapa de implementación, puesta en operación o validación de cobertura de la solución contratada, se evidencie técnicamente, la necesidad de incorporar una cantidad adicional de Gateway a los inicialmente propuestos en la etapa de la licitación, estos deberán ser suministrados, instalados, configurados y puestos en funcionamiento por cuenta y riesgo del contratista, sin que ello genere costos adicionales para la entidad contratante.

Lo anterior, con el fin de garantizar el cumplimiento integral de la cobertura, capacidad, disponibilidad, estabilidad operativa y desempeño de la solución ofertada, conforme a las especificaciones técnicas y condiciones funcionales exigidas dentro del proceso contractual.

4.17. Pruebas de Verificación — Piloto inicial

De manera paralela en la fase 1 el contratista deberá realizar el suministro, instalación, configuración y puesta en operación de un piloto funcional compuesto por TREINTA (30) nodos y un (1) Gateway de comunicaciones, el cual tendrá como finalidad efectuar un muestreo técnico inicial para la validación de las condiciones operativas, eléctricas, lógicas y de conectividad de la solución de gestión propuesta. Dicho piloto permitirá verificar en campo parámetros asociados a cobertura RF, estabilidad de comunicaciones, tiempos de respuesta, el contratista deberá suministrar, instalar, configurar y poner en operación un piloto funcional compuesto por treinta (30) nodos de control de iluminación y un (1) Gateway, con el fin de validar los siguientes criterios mínimos:

- Monitoreo de fallas
- Conectividad de nodos o teleceldas
- Capacidad de reporteria
- Medición de parámetros eléctricos
- Capacidad de control (on/off/dimerizado)

El piloto tendrá una duración máxima de quince (15) días calendario, el cual deberá cumplir con los criterios mínimos relacionados anteriormente y deberá entregar los resultados a la interventoría y la supervisión designada por INFIBAGUÉ, al finalizar este tiempo estipulado.

Los costos del piloto son por cuenta y costo del contratista el cual dispondrá de dos oportunidades para presentar su desempeño dentro del plazo establecido.

La aprobación del piloto funcional será condición previa e indispensable para autorizar el despliegue masivo de la solución. En caso de que el piloto no cumpla los parámetros mínimos de cobertura, monitoreo de fallas, conectividad de nodos o teleceldas, capacidad de reporteria, medición de parámetros eléctricos, capacidad de control, el contratista deberá realizar, a su costo y riesgo, los ajustes técnicos necesarios dentro del plazo que defina la interventoría. La no aprobación del piloto impedirá el inicio del despliegue masivo y podrá dar lugar a la aplicación de las medidas contractuales correspondientes.

Una vez culminado el período de muestreo y verificado el cumplimiento del sistema bajo condiciones reales de operación, el contratista deberá iniciar la ejecución del despliegue masivo de la solución, incluyendo el suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en operación de los nodos de control de iluminación inteligente, Gateway y demás componentes tecnológicos requeridos para la implementación integral del sistema de telecontrol del alumbrado público objeto del contrato.

4.18 Procedimiento y Protocolo para la Implementación del Piloto funcional y despliegue Masivo del Sistema de Telegestión de Alumbrado Público

FASE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	ENTREGABLES

FASE 1 – IMPLEMENTACIÓN DEL PILOTO FUNCIONAL	Reunión de Inicio	Realizar reunión entre el Contratista, Supervisor del Contrato e Interventoría para la presentación del plan de trabajo, definición del cronograma detallado, confirmación de las ubicaciones de los treinta (30) nodos piloto, definición de responsables técnicos, aprobación del protocolo de pruebas y definición de formatos de registro y evidencias.	Acta de inicio, cronograma aprobado y listado de ubicaciones asignadas.
FASE 1	Suministro de Equipos	Realizar el suministro de treinta (30) nodos de control de iluminación, un (1) Gateway de comunicaciones, elementos de fijación, dispositivos de comunicación asociados, licencias de software requeridas y plataforma de monitoreo y gestión.	Registro de recepción e inventario de equipos.
FASE 1	Recepción y Verificación Técnica	Verificar referencias, modelos, certificados de conformidad, integridad física y compatibilidad de los equipos con la solución ofertada y las especificaciones técnicas exigidas.	Formato de recepción, registro fotográfico y lista de verificación técnica.

FASE 1	Inspección de Campo	Verificar el estado de las luminarias, la disponibilidad de alimentación eléctrica, las condiciones ambientales, la accesibilidad de los puntos de instalación y las coordenadas geográficas de cada ubicación definida por el Supervisor del Contrato.	Informe de inspección y registro fotográfico.
FASE 1	Instalación de Nodos	Instalar los treinta (30) nodos de control de iluminación, realizar las conexiones eléctricas correspondientes, verificar continuidad eléctrica, etiquetar cada dispositivo y registrar número de serie y ubicación georreferenciada.	Acta de instalación y registro fotográfico georreferenciado.
FASE 1	Instalación del Gateway	Seleccionar el punto óptimo para garantizar la cobertura de comunicaciones, instalar soportes y antenas, conectar alimentación eléctrica y configurar el acceso a la red de comunicaciones.	Acta de instalación y registro fotográfico.
FASE 1	Configuración de Nodos	Configurar identificadores únicos, direccionamiento lógico, parámetros de comunicación, perfiles de operación, programación horaria y variables de monitoreo requeridas por la solución.	Reporte de configuración de nodos.
FASE 1	Configuración del Gateway	Configurar direccionamiento IP, parámetros RF, sincronización horaria, seguridad de comunicaciones y enrutamiento hacia la plataforma central.	Reporte de configuración del Gateway.

FASE 1	comunicación con Plataforma Central de telegestión	Registrar todos los dispositivos en la plataforma, validar la comunicación bidireccional, verificar la recepción de eventos, almacenamiento de datos y visualización en el tablero de control.	Evidencias de comunicación y capturas de pantalla.
FASE 1	Puesta en Operación del Piloto	Ejecutar pruebas funcionales de encendido y apagado remoto, consulta de estados, recepción de alarmas, lectura de variables eléctricas y verificación de sincronización del sistema.	Acta de puesta en operación e informe de pruebas iniciales.
FASE 1	Validación de Comunicaciones	Verificar potencia de señal, calidad de enlace, cobertura RF, parámetros mínimos de cobertura, monitoreo de fallas, conectividad de nodos o teleceldas, capacidad de reporteria, medición de parámetros eléctricos, capacidad de control y estabilidad de la conexión entre nodos, Gateway y plataforma central.	Reporte de pruebas de comunicaciones.
FASE 1	Validación de Interoperabilidad	Comprobar la correcta comunicación entre nodos, Gateway y plataforma central, así como la ejecución exitosa de comandos remotos y la transmisión de eventos.	Acta de validación de interoperabilidad.
FASE 1	Inicio del Muestreo Técnico	Iniciar la operación continua del piloto funcional durante quince (15) días calendario bajo condiciones reales de operación.	Acta de inicio del período de muestreo.

FASE 1	Monitoreo Operacional Diario	Realizar seguimiento permanente a la disponibilidad del sistema, estado de los nodos, estado del Gateway, alarmas generadas, eventos registrados y calidad de las comunicaciones.	Bitácora de monitoreo y reportes periódicos.
FASE 1	Seguimiento de Indicadores	Registrar y analizar indicadores de disponibilidad, tiempos de respuesta, niveles de señal, consumo energético e incidencias.	Reportes técnicos de desempeño.
FASE 1	Gestión de Incidentes	Detectar, registrar, diagnosticar, corregir y documentar cualquier falla o evento presentado durante el período de muestreo, verificando posteriormente la efectividad de la solución implementada.	Registro de incidencias y acciones correctivas.
FASE 1	Supervisión e Interventoría	Realizar acompañamiento permanente mediante inspecciones técnicas, revisión de indicadores, validación de pruebas y verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas exigidas.	Actas de visita, informes técnicos y evidencias documentales.
FASE 1	Cierre del Piloto	Evaluar el cumplimiento de los parámetros de cobertura RF, estabilidad de comunicaciones, comunicación con la plataforma, operación remota, recepción de eventos y desempeño general del sistema.	Informe final del piloto.

FASE 1	Aprobación del Piloto	La Interventoría emitirá el concepto de aceptación o formulará observaciones y acciones de mejora para su atención por parte del Contratista.	Acta de aceptación del piloto o acta de observaciones.
FASE 2 – DESPLIEGUE MASIVO DE LA SOLUCIÓN	Autorización de Inicio	Una vez culminado el período de muestreo y verificado el cumplimiento del sistema bajo condiciones reales de operación, se autorizará el inicio del despliegue masivo de la solución.	Acta de autorización para despliegue masivo.
FASE 2	Suministro Masivo	Realizar el suministro de los nodos de control de iluminación, Gateway, dispositivos de comunicaciones y demás componentes tecnológicos requeridos para la implementación integral del sistema de telecontrol del alumbrado público.	Inventario general de equipos.
FASE 2	Instalación Masiva	Ejecutar la instalación de los dispositivos por sectores o zonas definidas, garantizando el cumplimiento de los criterios técnicos establecidos para la solución.	Actas de instalación y registros fotográficos.
FASE 2	Configuración e Integración Masiva	Parametrizar los dispositivos instalados, registrarlos en la plataforma central y validar su correcta integración y operación.	Reportes de configuración y comunicación.

FASE 2	Pruebas de Aceptación	Realizar pruebas funcionales, operativas y de comunicaciones para verificar el correcto desempeño de todos los componentes instalados.	Informes de pruebas y validaciones.
FASE 2	Puesta en Operación Final	Activar la totalidad del sistema de telecontrol y garantizar su funcionamiento integral conforme a las especificaciones contractuales.	Acta de puesta en operación final.
FASE 2	Entrega de Documentación Final	Entregar manuales, inventarios, planos, garantías, registros de configuración, reportes de pruebas, certificaciones y demás documentación técnica del proyecto.	Dossier técnico final.
FASE 2	Recibo a Satisfacción	Verificar el cumplimiento contractual y formalizar la recepción definitiva de la solución implementada.	Acta de recibo a satisfacción.

4.2 Ficha especificaciones técnicas mínimas requeridas

Especificaciones Técnicas y Requisitos de nodo de control de iluminación			
Item	**Características**	**Requisito o Especificación Mínima**	**Retilap/Norma Exigida**
1	Voltaje de Operación	105V ~ 305V	2.10.4.1. Requisitos específicos de producto – Fotocontroles y fotoceldas - Numeral 5
2	Frecuencia de Operación	50/60 Hz	
3	Consumo medio de energía del controlador	<=1 W	

4	Temperatura de Funcionamiento	Entre -40C hasta +70C	2.10.4.1. Requisitos específicos de producto – Fotocontroles y fotoceldas - numeral 4
5	Garantía del Controlador	Mínimo 5 años	
6	Salida de Potencia Nominal	1100 VA (600W)	
7	Grados de Protección	IP66	Conforme a lo establecido en RETILAP, Nodo de control de iluminación - numeral 4) del Artículo 2.11.1. El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X IEC 60529, UL 1598, IEC 60598-1, NEMA 250
8	Resistencia de Impacto	IK08	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de iluminación - numeral 4) del Artículo 2.11.1. El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X IEC 60529, UL 1598, IEC 60598-1, NEMA 250
9	Resistencia a la corrosión	Si	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de iluminación - numeral 4) del Artículo 2.11.1. El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X IEC 60529, UL 1598, IEC 60598-1, NEMA 250
10	Protección Ultravioleta	Si	Artículo 2.10.4.2. Ensayos mínimos requeridos de producto – Fotocontroles y fotoceldas - Tabla 2.10.4.2. a. Ensayos mínimos requeridos de producto – Fotocontroles y fotoceldas en el Item 3 ASTM G154, UL 773, UL 773A
11	Protección contra Sobretensiones y Sobrecorrientes	No menor a 380 Joules (10KV/5KA)	2.10.4.1. Requisitos específicos de producto – Fotocontroles y fotoceldas - Numeral 8
12	Seguridad y Encriptación	RSA, AES 256, AES 128, SHA 2 o CMAC, TLS1.2	El sistema deberá garantizar comunicaciones seguras mediante el uso de protocolos y algoritmos criptográficos como TLS 1.2 o superior, RSA (≥2048 bits), AES 128 o 256 bits, y funciones de integridad SHA-2 o CMAC.

13	Cumplimiento normativa compatibilidad Electromagnetica (EMC)	Cumplimiento de Compatibilidad Electromagnetica	EN 55015:2013+A1:2015 EN 61547:2009 EN 61000-3-2:2014 EN 61000-3-3:2013
14	Seguridad Eléctrica	Requisitos generales de seguridad eléctrica para circuitos electrónicos utilizados con las luminarias o Reporte de Seguridad UL	IEC 61347-1 y IEC 61347-2-11 UL 773, UL/CSA 60730-1, CSA C22.2, UL 746C
15	Comunicación RF del Controlador	La solución deberá basarse en tecnología de comunicación inalámbrica tipo LPWAN (Low Power Wide Area Network), tales como LORA, LTE Narrowband, NB Iot, UltraNarrowband(UNB), u otras, para arquitectura de red de agregación estándar tipo Estrella (Star) "Punto Multipunto".	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de iluminación - numeral 1) del Artículo 2.11.1. Debe operar dentro de los rangos de frecuencias autorizadas para este uso en el territorio nacional, de acuerdo con las regulaciones de uso de espectro electromagnético cuando aplique.
			Conforme con lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema gestión de iluminación inteligente - literal a), del numeral 4) del Articulo 3.7.3. El medio de comunicación entre los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe ser inalámbrico y con una arquitectura de comunicaciones estándar.
			Conforme con lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema Nodos de control de iluminación - literal b), del numeral 4) del Articulo 3.7.3. Los dispositivos de campo conectados o fotocontroles deben estar basados en estándares de comunicación inalámbricos de tecnología de comunicación inalámbrica tipo LPWAN (Low Power Wide Area Network), tales como LORA, LTE Narrowband,UltraNarrowband(UNB), NB Iot, u otras, para arquitectura de red de agregación estándar tipo Estrella (Star) "Punto Multipunto".

			Conforme con lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal g), del numeral 4) del Articulo 3.7.3. El estándar utilizado para la comunicación entre los concentradores y los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe funcionar bajo las bandas aprobadas por la ANE (Agencia Nacional del Espectro) de Colombia para redes ISM (Industrial, Scientific and Medical): 902-928 MHz bajo las notas nacionales de la ANE: CLM 5, CLM 12 y CLM 49.
16	Interfaces de dimerización del controlador y políticas de atenuación	Los controladores deberán contar con interfaces de comunicación estandarizadas y certificadas bajo normas internacionales tales como NEMA C136.41/C137, DALI, D4i o 0-10V, 1-10V, garantizando interoperabilidad con luminarias y drivers de diferentes fabricantes. No se aceptarán soluciones basadas en protocolos propietarios cerrados que limiten la libre integración o sustitución de componentes.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para - numeral 2) del Artículo 2.11.1. Las salidas y entradas del controlador de telegestión deben ser reguladas por estándares internacionales, como el NEMA C137.1, NEMA C137.4, DALI, D4i o 0-10 V, entre otros.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para Telegestión - numeral 9) del Artículo 2.11.1. Deben ser capaces de recibir comandos de variación de la luz (atenuación), de encendido y apagado.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal c), numeral 2) del Artículo 3.7.1. Actualización de las políticas de gestión de alumbrado público: debe permitir recibir la actualización de las políticas de control y gestión de alumbrado público e incluir la opción de establecer perfiles de dimerización (Dimming profile) y esquemas de programación por calendario.

17	Compatibilidad del controlador	Se aceptan NEMA 5, 7 pines o Zhaga	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para Telegestión - numeral 3) del Artículo 2.11.1. Deben poderse conectar a un conector NEMA (ANSI C136.41) estándar y debe tener la posibilidad de ser intercambiable, debe ser de cinco pines, siete pines o estándar Zhaga, de tal forma que en el caso de ser aplicable el usuario final pueda utilizar productos de otros proveedores con el mismo tipo de base o socket. Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal b), numeral 1) del Artículo 3.7.3 Las luminarias que vayan a ser usadas en sistemas de telegestión deben contar con el conector ANSI C136.41 de 5 o 7 pines o Zhaga y debe tener la posibilidad de ser intercambiable, de tal forma que, en caso de ser aplicable, el usuario pueda utilizar productos de otros proveedores con el mismo tipo de base o socket.
18	Reloj Astronómico	Garantizar que los controladores de luminarias Nodos de control de iluminación cuenten con reloj astronómico integrado y habilitado.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para Telegestión - numeral 7) del Artículo 2.11.1. Deben tener un reloj astronómico habilitado.
19	Fotocelda con capacidad de configuración	Garantizar que los controladores de luminarias (nodos o teleceldas) o el sistema a nivel de concentrador, según la arquitectura propuesta, cuenten con fotosensor (fotocelda) integrado para el control automático del encendido y apagado de la luminaria en función del nivel de iluminación ambiental. Deberá permitir la medición de niveles de	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para Telegestión - numeral 8) del Artículo 2.11.1. Deben contener un fotosensor para controlar el encendido/apagado de la emisión de luz dependiendo del nivel de luminancia configurable.

		iluminancia (lux) del entorno. El umbral de activación deberá ser configurable remotamente, con un rango mínimo de operación de 0 a 100 lux.	
20	Parámetros Eléctricos	Medición de nivel de tensión (V) Medición de corriente (A) Medición de potencia (W) Medición Consumo de energía (W/h) Medición del factor de potencia (FP) Frecuencia (Hz) Alerta por fallas eléctricas, ausencia de tensión, sobre tensión, baja tensión, sobre corriente, falla de luminaria, falla de driver, falla de comunicación, ausencia de energía	Conforme a lo establecido en RETILAP, Controladores de luminarias para Telegestión - numeral 10) del Artículo 2.11.1. Deben tener la capacidad de medir y de notificar como mínimo: a) La tensión de alimentación de la luminaria, (V). b) La corriente de alimentación eléctrica de la luminaria, (A). c) La potencia activa y reactiva consumida por la luminaria, incluyendo el consumo del controlador de la luminaria, (W). d) La energía activa y reactiva consumida total acumulada, incluyendo el consumo del controlador de la luminaria, (kWh). e) El número de horas de funcionamiento de la luminaria. f) Factor de potencia. g) THDi. h) Frecuencia, (Hz). i) Notificación de fallo de la luminaria.

			Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal a), numeral 2) del Artículo 3.7.1. Notificación de parámetros: debe permitir medir y enviar a la plataforma de telegestión como mínimo los siguientes parámetros: tensión de alimentación de la luminaria, corriente de alimentación eléctrica de la luminaria, la potencia activa y reactiva consumida por la luminaria (incluyendo el consumo del controlador de la luminaria), la energía activa y reactiva consumida total acumulada (incluyendo el consumo del controlador de la luminaria), el número de horas de funcionamiento de la luminaria, factor de potencia, THDi, frecuencia y notificación de fallo de la luminaria. Los equipos que tengan como finalidad alguna de las descritas en el Artículo 2.2.1.7.14.3 del Decreto 1074 de 2015., el que lo modifique o sustituya, deben cumplir con los requisitos de control metrológico establecidos en el decreto en mención.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal b), numeral 2) del Artículo 3.7.3 Tener la capacidad de obtener los valores de los parámetros eléctricos, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7) del Artículo 3.7.2.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal d), numeral 2) del Artículo 3.7.3 Enviar periódicamente valores de parámetros eléctricos de alumbrado público a la plataforma.

21	Control de Políticas del Controlador por Grupos o Individual	Funcionamiento por grupos o individual de los controladores	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal b), numeral 2) del Artículo 3.7.1. Ajuste automático de iluminación por luminaria y por grupos de luminarias: debe garantizar que cada luminaria pueda ajustar su estado de funcionamiento, de acuerdo con: i) Debe recibir y almacenar políticas de control de alumbrado público enviadas por la plataforma de telegestión ii) Debe permitir encender o apagar automáticamente cada luminaria de forma individual o ajustar el brillo/nivel de iluminación de cada luminaria, una vez que se alcanzan las condiciones preestablecidas de la política de control de alumbrado público.
22	Requisitos Funcionales del Controlador	El controlador deberá operar en modos manual, automático por fotocelda y programado (horarios o reloj astronómico), permitiendo el encendido, apagado y regulación del flujo luminoso de manera autónoma o mediante comandos remotos desde la plataforma de telecontrol. Asimismo, deberá contar con capacidad de dimerización mediante protocolos estándar 0-10 V, 1-10 V o DALI, garantizando compatibilidad con el driver de la luminaria.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal c), numeral 2) del Artículo 3.7.3 Una vez que se alcanzan las condiciones preestablecidas de la política de control de alumbrado público, se requiere que pueda encender o apagar automáticamente el estado de la luminaria y ajustar el nivel de iluminación por sí mismo.
23	Vida Útil	Mínimo 10 años	
Especificaciones Técnicas y Requisitos de Comunicaciones Gateways o Concentradores			

Item	Características	Requisito o Especificación Mínima	Retilap/Norma Exigida
1	Voltaje de Operación	100 - 277 VAC +/- 10% o Alimentación con conexión PoE	
2	Frecuencia de Operación	50/60 Hz	
3	Consumo eléctrico maximo	≦ 15 W	
4	Protección contra Sobretensiones y Sobrecorrientes	20KV/10KA	
5	Grados de Protección	IP66	Conforme a lo establecido en RETILAP, Concentradores (Gateway) - numeral 3) del Artículo 2.11.2. El grado de protección debe ser mínimo IP 66 o NEMA 4X; salvo que estos sistemas se encuentren dentro de un gabinete con IP 66 o NEMA 4X como mínimo.
6	Temperatura de Operación	entre -40C hasta +60C	
7	Comunicacion RF Concentrador	El estándar utilizado para la comunicación entre los concentradores y los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe funcionar bajo las bandas aprobadas por la ANE (Agencia Nacional del Espectro) de Colombia para redes ISM (Industrial, Scientific and Medical): 902-928 MHz bajo las notas nacionales de la ANE: CLM 5, CLM 12 y CLM 49.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Concentradores (Gateway) - numeral 1) del Artículo 2.11.2. Deben tener una banda de frecuencias que cumpla con las condiciones de uso del espectro electromagnético, de acuerdo con las regulaciones locales, cuando aplique
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión - numeral 9) del Artículo 3.7.2. Comunicación bidireccional: se debe garantizar la comunicación bidireccional entre todas secciones y componentes de la arquitectura funcional.

			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal g), numeral 4) del Artículo 3.7.3. El estándar utilizado para la comunicación entre los concentradores y los dispositivos de campo conectados o fotocontroles debe funcionar bajo las bandas aprobadas por la ANE (Agencia Nacional del Espectro) de Colombia para redes ISM (Industrial, Scientific and Medical): 902-928 MHz bajo las notas nacionales de la ANE: CLM 5, CLM 12 y CLM 49. Adicional en el rango de frecuencia, las tolerables a bandas de telefonía como 1700-2600 MHz.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal h), numeral 4) del Artículo 3.7.3. Los equipos concentradores deben cumplir el estándar IEEE 802.15.4 o similares, disponibles para redes WAN de baja potencia (LPWAN), compatibles bajo el espectro radioeléctrico en bandas no licenciadas de 900 MHz
8	Conexiones disponibles de Backhaul	Garantizar que la solución cuente con un sistema de comunicación de backhaul que permita la transmisión de datos entre los dispositivos de campo (gateways o concentradores) y la plataforma central de gestión. El sistema deberá disponer de al menos una de las siguientes tecnologías de conectividad: Conexión alámbrica: Ethernet y/o fibra óptica	Conforme a lo establecido en RETILAP, Concentradores (Gateway) - numeral 2) del Artículo 2.11.2. Debe contar con un sistema de comunicación alámbrico y/o tener un sistema de conectividad Ethernet y/o GPRS, 3G, 4G o superior.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Concentradores (Gateway) - numeral 2) del Artículo 2.11.2. Los concentradores deben contar con puertos que habiliten diferentes tipos de conectividad alámbrica o inalámbrica con la internet, u optimizando la conexión al Backhaul, y aplicando configuraciones mínimas de integración de conectividad al internet

		Conexión inalámbrica celular: GPRS, 3G, 4G o tecnologías superiores	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal c), numeral 4) del Artículo 3.7.3. Los concentradores deben contar con puertos que habiliten diferentes tipos de conectividad alámbrica o inalámbrica con la internet, u optimizando la conexión al Backhaul, y aplicando configuraciones mínimas de integración de conectividad al internet.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal d), numeral 4) del Artículo 3.7.3. La comunicación de Backhaul entre el concentrador y la nube debe permitir como mínimo hacerse a través de redes 4G o LTE, bajo las bandas aprobadas por la Agencia Nacional del Espectro - ANE.
9	Capacidades de Gestion	Garantizar que los dispositivos de campo y elementos de red cuenten con capacidades de gestión, comunicación y mantenimiento acordes con estándares internacionales y buenas prácticas de redes IoT. El sistema deberá cumplir como mínimo con: Capacidad de configuración, diagnóstico y mantenimiento local mediante conectividad inalámbrica tipo WiFi, que permita la intervención sin necesidad de acceso físico directo al equipo instalado en poste. Soportar minimo 3000	Compatibilidad con alimentación mediante Power over Ethernet (PoE) conforme a los estándares IEEE 802.3af y/o IEEE 802.3at. Conforme a estándares IEEE 802.11

		nodos de campo por Gateway	
10	Geolocalización	El controlador deberá contar con GPS integrado, con una precisión de posicionamiento CEP50 < 2.5 metros.	stándares internacionales de sistemas GNSS (GPS) y especificaciones del fabricante (ej. NMEA 0183 para salida de datos).
11	Ciberseguridad	Soportar un esquema de seguridad con la posibilidad del establecimiento de VPNs utilizando protocolos estándares como IPSec, IKEv2 y/o similares.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal a), numeral 5) del Artículo 3.7.3. i) Soportar un esquema de seguridad con la posibilidad del establecimiento de VPNs utilizando protocolos estándares como IPSec, IKEv2 y/o similares.
		Garantizar un vínculo de autenticación certificado bajo la norma X.509 o similar para identificación con el propósito de garantizar la integridad de seguridad de red.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal a), numeral 5) del Artículo 3.7.3. ii) Garantizar un vínculo de autenticación certificado bajo la norma X.509 o similar para identificación con el propósito de garantizar la integridad de seguridad de red.

		Los módulos de RF del agregador o concentrador deben permitir el uso del estándar 802.1X para la autentificación y el estándar 802.11i para el manejo de las llaves de encriptación basado en EAP-TLS o el uso de llaves asimétricas en AES-128 o AES-256 u otros.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión - numeral 10) del Artículo 3.7.2. Ciberseguridad: se deben garantizar requisitos de seguridad, incluyendo los relacionados al hardware y software del sistema de telegestión. El proveedor del sistema debe implementar procedimientos donde se empleen auditorías de seguridad profesionales, realizadas por especialistas externos y ejecutadas regularmente para garantizar la máxima seguridad de la plataforma de servicios.
		Tener la capacidad y/o funcionalidad de negociar la transferencia de claves y/o certificados digitales con los sistemas de control de red de comunicaciones	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal a), numeral 5) del Artículo 3.7.3. iii) Tener la capacidad y/o funcionalidad de negociar la transferencia de claves y/o certificados digitales con los sistemas de control de red de comunicaciones
12	Protocolos equipos de campo	Los dispositivos de campo conectados o fotocontroles deben soportar en la capa de red el protocolo de direccionamiento IP o MAC, para el estándar de comunicación usado al que le aplique. Y en la capa de aplicación deben manejar protocolos de industria (de estándares abiertos), tales como CoAP, MQTT, REST, HTTPS, entre otros.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal f), numeral 4) del Artículo 3.7.3. Los dispositivos de campo conectados o fotocontroles deben soportar en la capa de red el protocolo de direccionamiento IP o MAC, para el estándar de comunicación usado al que le aplique. Y en la capa de aplicación deben manejar protocolos de industria (de estándares abiertos), tales como CoAP, MQTT, REST, HTTPS, entre otros.
13	Certificaciones	Deberá acreditar que la solución de software de telegestión o el proveedor cuenta con certificación vigente en la norma ISO/IEC 27001:2022, o equivalente, para la gestión de la seguridad de la información.	ISO/IEC 27001:2022 de la solución

		Deberá garantizar que la solución de telegestión de alumbrado público ofertada cuente con certificación de interoperabilidad bajo el estándar TALQ, expedida por un organismo reconocido, que asegure la integración entre dispositivos de campo y plataformas de gestión de diferentes fabricantes.	Certificado de compatibilidad TALQ
Especificaciones Técnicas y Requisitos de Plataforma de control de iluminación remota telecontrol			
Item	**Características**	**Requisito o Especificación Mínima**	**Retilap/Norma Exigida**
1	Modelo de Gestión Unificado	Permitir la conexión de sensores, dispositivos inteligentes y plataformas de aplicaciones para proporcionar varios servicios de ciudad inteligente.	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 5) del Artículo 3.7.2., debe permitir la conexión de sensores, dispositivos inteligentes y plataformas de aplicaciones para proporcionar varios servicios de ciudad inteligente.
2	Gestión de parámetros eléctricos	Visualización de parametros eléctricos individual y por grupo de los controladores en la plataforma de telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal a) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. i) Recibir y almacenar valores de parámetros eléctricos informados por los controladores. ii) Crear políticas de informes de parámetros eléctricos. iii) Configurar el ciclo de informes de los parámetros eléctricos o de los informes de errores. iv) Modificar y eliminar las políticas de notificación de parámetros eléctricos. v) Enviar las políticas de informes de parámetros eléctricos a los controladores.

3	Reportes estadísticos de consumo de energía	Reportes y estadísticas de consumos de energía	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal d) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. i) Obtener información sobre el consumo de energía en tiempo real de cada luminaria de alumbrado público, por grupos de luminarias y por sectores. ii) Analizar estadísticas de consumo de energía. iii) Proporcionar un informe sobre la eficiencia del ahorro de energía.
4	Análisis e informes de consumo energético y eficiencia	Informes y Dashboard de consumos energéticos	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal i) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Analizar las estadísticas de consumo de energía en kWh y proporcionar un informe sobre la eficiencia del ahorro de energía
5	Gestión de políticas de control de alumbrado público	Políticas y horarios de atenuación para la gestión eficiente del alumbrado público	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal b) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. i) Crear políticas de control de alumbrado público basadas en el clima, la intensidad de la iluminación, el flujo de tráfico y los factores ambientales relevantes, la hora de salida y puesta del sol, la ubicación y los niveles específicos de ahorro de energía. Estos parámetros pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces. ii) Configurar los niveles de control de alumbrado público: control por luminaria y por grupo de luminarias conectadas. iii) Configurar los modos de control de alumbrado público - modo automático y modo manual. iv) Configurar el estado de funcionamiento del alumbrado público: encendido o apagado,

			ajuste de niveles de iluminación; v) Configurar el ciclo de ejecución de las políticas de control de alumbrado público: periodicidad de aplicación, por ejemplo, permanente, tres veces al día. vi) Modificar y eliminar las políticas de control de alumbrado público. vii) Enviar políticas de control de alumbrado público a los controladores.
6	Control automático de las luminarias	Gestión de las luminarias de manera remota de forma individual y por grupos o sectores	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 1) del Artículo 3.7.2. el sistema debe poder encender, apagar, atenuar (dimerizar) o iluminar automáticamente las luminarias del alumbrado público (por sectores, por grupos y para cada equipo de iluminación individual) de forma remota, en función de las condiciones climáticas, la intensidad de la iluminación, el flujo de tráfico, el flujo de pasajeros y otros cambios de los factores ambientales. Estos parámetros pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
7	Control remoto de las luminarias de forma individual y por grupo de luminarias	Control remoto de manera individual y por grupos de las luminarias gestionadas	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 2) del Artículo 3.7.2. con el fin proporcionar una gestión más detallada, se debe poder controlar de forma remota las luminarias de forma individual y por grupo de luminarias.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal d) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir control remoto de cada luminaria del sistema y por grupos de luminarias.

8	Soporte de políticas flexibles de control basadas en múltiples factores	Control de políticas de iluminación basado en otros casos de uso de ciudad inteligente	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal a) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Soportar políticas flexibles de control de alumbrado público basadas en factores ambientales, factores de tiempo, factores de ubicación y niveles específicos de ahorro de energía, entre otros.
9	Configuración de perfiles de dimerización y programación por calendario	Creación de horarios y calendarios para generar eficiencias luminicas	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal b) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir establecer perfiles de dimerización (Dimming profile) y esquemas de programación por calendario.
10	Modos de control automático y manual, Gestión de encendido, apagado y niveles de iluminación	Gestion de luminarias automáticamente o manualmente	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal e) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir modos de control automática o manual Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal f) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Admitir el estado de encendido o apagado y el ajuste del nivel de iluminación de las luminarias del sistema de alumbrado público
11	Control avanzado de dimerización por criterios múltiples		Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal q) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir controlar la dimerización de las luminarias de manera individual, por grupos, por sectores o de acuerdo con las políticas establecidas por el administrador del sistema, en diferentes horarios,

			niveles, días, porcentajes, meses, etc.
12	Detección automática de fallas y generación de alarmas	Detección y Reportes de Fallas	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal c) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. i) Monitorear el estado de funcionamiento de las luminarias de alumbrado público en función de los valores de los parámetros eléctricos. ii) Identificar fallas en el alumbrado público, una vez que se alcanzan las condiciones de falla preestablecidas. iii) Identificar la desconexión de las luminarias de alumbrado público, una vez que se alcanzan las condiciones de desconexión preestablecidas. iv) Generar un informe de avería, una vez que se identifica desconexión o daño de una luminaria. v) Activar automáticamente una alarma y notificar al personal de mantenimiento a través de la Interfaz de usuario web.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 3) del Artículo 3.7.2. se deben proporcionar mecanismos automáticos de detección de fallas y generación de alarmas. Una vez que se detecta una luminaria defectuosa en el sistema de alumbrado público, se debe poder enviar automáticamente un mensaje de alarma al personal de mantenimiento correspondiente.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal g) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Detectar automáticamente la

			ubicación de las luminarias defectuosas y desconectadas, y enviar alarmas al personal de mantenimiento
13	Gestión de mantenimiento basada en eventos y alarmas	Reporte para mantenimientos basados en las alarmas y eventos del sistema	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal h) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Soportar esquemas de gestión de mantenimiento, basados en la información de detección de fallas y gestión de alarmas.
14	Generación y exportación de reportes eléctricos y de fallas	Generación y configuracion de reportes	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal r) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir la creación de informes relacionados con parámetros eléctricos por cada dispositivo o zona de trabajo (agrupación de sensores) y los relacionados con fallas de luminarias. Dichos reportes deben permitir ser exportados a formatos estándares de documentos abiertos, además de permitir el envío de mensajes de alerta vía email, mensajes de texto u otros medios.
15	Interfaz de usuario de visualización basada en el sistema de información geográfica	Interfaz de usuario con modulo GIS	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal e) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. i) Presentar la distribución física de cada luminaria, sensores o dispositivos de campo conectados y concentradores o agregadores en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS). ii) Mostrar el estado de funcionamiento de cada luminaria de alumbrado público: encendido o apagado, nivel de iluminación, conectado o desconectado, defectuoso. iii) Controlar el estado de

			funcionamiento de cada luminaria de alumbrado público: encender o apagar, ajustar el nivel de iluminación. iv) Permitir consultar los valores de los parámetros eléctricos de cada luminaria. v) Mostrar información de fallas y alarmas sobre las luminarias de alumbrado público. vi) Mostrar información estadística sobre el consumo de energía y la eficiencia del ahorro de energía.
16	Gestión de visualización	Visualización de la plataforma de Telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 4) del Artículo 3.7.2. se debe proporcionar una interfaz de usuario (UI) para realizar una gestión de visualización basada en mapas, que incluye, entre otros, la visualización de la ubicación y el estado de funcionamiento de las luminarias, información de fallas e información de consumo de energía.
17	Georreferenciación precisa de luminarias con integración GIS	Geolocalizacion con precision de las luminarias en el sistema	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal c) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir relacionar la distribución física de cada luminaria en un mapa basado en Sistemas de Información Geográfica (GIS), por ejemplo, a través de georreferenciación de cada luminaria del sistema. El sistema debe contar con un nivel de precisión de ubicación de cada luminaria CEP50 < 2,5 m.
18	Interfaz de visualización en mapa y control remoto del sistema	Interfaz de usuario	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal j) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Contar con una interfaz de usuario para visualización, con el fin de presentar información sobre las luminarias del sistema en un mapa y controlar su estado de funcionamiento de forma remota

19	comunicación con otros sistemas	comunicación con otras plataformas de Saas, desde la cuales se puede tener operatividad atraves de APIs	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión - literal f) del numeral 3) del Artículo 3.7.1. f) comunicación con otros sistemas: debe permitir el acceso a plataformas externas, teniendo en cuenta las siguientes funcionalidadesi) Conectarse con plataformas externas a través de interfaces. ii) Intercambiar información o contenido relevante con plataformas externas. iii) Permitir obtener regularmente varios valores de parámetros ambientales a través de sensores meteorológicos, sensores de intensidad de iluminación, sensores de densidad de tráfico, etc., los cuales pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces. iv) La plataforma de telegestión debe permitir un flujo bidireccional de toda la información para parametrizar y poder hacer un control y seguimiento de los dispositivos de campo.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 5) del Artículo 3.7.2. debe permitir la conexión de sensores, dispositivos inteligentes y plataformas de aplicaciones para proporcionar varios servicios de ciudad inteligente.
20	Exposición de servicios seguros para comunicación con aplicaciones externas	Seguridad de las interfaces de comunicación con otras plataformas de terceros	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal s) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Debe exponer servicios para intercambiar y suministrar información a aplicaciones independientes del sistema. La fuente de datos debe conservar la cadena de integridad de datos del

			sistema frente a cualquier desarrollo o integración futura hacia aplicaciones o portales abiertos autorizados. Es decir, las API's deben tener certificados que garanticen el establecimiento de sesiones seguras entre el sistema de gestión y dichos portales o desarrolladores. Adicionalmente, el sistema de gestión debe permitir visualizar la información suministrada por los dispositivos de campo conectados.
21	Captura y posible integración de datos de sensores ambientales y de tráfico Integración de servicios Smart City y soporte de protocolos abiertos con características de ciberseguridad	Posible Integraciones con otros casos de uso de Ciudad Inteligente	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal t) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Debe tener la capacidad de obtener los datos de sensores asociados a parámetros ambientales, de intensidad de iluminación, sensores de densidad de tráfico, entre otros. Los datos de los sensores asociados pueden ser obtenidos por otros sistemas y compartidos con el sistema de telegestión a través del uso de APIs u otras interfaces.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal i) del numeral 4 Requisitos del sistema de comunicación) del Artículo 3.7.3. Los sistemas de telegestión que tengan alcance para integrar aplicaciones de Smart City deben indicar los principales servicios, diferentes a la telegestión de alumbrado público, que se pueden soportar utilizando las comunicaciones establecidas entre los equipos que constituyen las redes de campo de la solución, el protocolo de comunicación que usan en la capa de aplicación y las características de enrutamiento y ciberseguridad que manejan.

22	Interfaz de usuario web	Caracteristicas de las Interfaz de usuario	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión) del numeral 4) del Artículo 3.7.1. Permite a los administradores del sistema de alumbrado público monitorear y administrar las luminarias en cualquier momento y en cualquier lugar a través de un periférico, como por ejemplo un teléfono celular o un computador. Se debe permitir el acceso de interacción con los usuarios (front-end) y la adecuada conexión con las bases de datos y servidores del sistema administración (back-end) sin la necesidad de una instalación de un software especifico.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal b) del numeral 5 Requisitos de ciberseguridad) del Artículo 3.7.3. La interfaz de usuario Web debe contar con certificados SSL (Secure Sockets Layer), que garanticen la transferencia de datos cifrados entre los navegadores y los servidores web de forma segura.
23	Administración de usuarios, roles y perfiles del sistema	Perfilamiento de usuarios y roles	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal n) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Tener la capacidad de administrar los usuarios y la creación de diferentes roles o perfiles administrativos y de visualización de los sistemas de comunicaciones del sistema de telegestión
24	Comunicación bidireccional	Permitir la conexión con los controladores de manera bidireccional para tener una arquitectura funcional	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 9) del Artículo 3.7.2. se debe garantizar la comunicación bidireccional entre todas secciones y componentes de la arquitectura funcional.

25	Ciberseguridad	Sistemas de ciberseguridad de la plataforma telegestión y el alojamiento del software como servicio	Conforme a lo establecido en RETILAP, Arquitectura funcional y características generales de los sistemas de telegestión) del numeral 6) del Artículo 3.7.1. Corresponde a una funcionalidad intrínseca de todo el sistema y debe contar con los requisitos de seguridad tales que no se permita la vulnerabilidad del sistema, entre estos se debe garantizar la confidencialidad, la integridad, la disponibilidad y el no repudio de la información. Adicionalmente, se deben incluir funciones de control de acceso, autenticación y autorización.
			Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 10) del Artículo 3.7.2. se deben garantizar requisitos de seguridad, incluyendo los relacionados al hardware y software del sistema de telegestión. El proveedor del sistema debe implementar procedimientos donde se empleen auditorías de seguridad profesionales, realizadas por especialistas externos y ejecutadas regularmente para garantizar la máxima seguridad de la plataforma de servicios.
26	Gestión segura de dispositivos y autenticación de controladores	Gestión y seguridad en el aprovisionamiento de los controladores en la plataforma de telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal l) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Asegurar la gestión, control, seguridad y aprovisionamiento para los concentradores o agregadores y la autentificación de los controladores dispuestos en las luminarias.

27	plataforma de telegestión	Módulo de acceso seguro a la plataforma	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal c) del numeral 5 Requisitos de ciberseguridad) del Artículo 3.7.3. i) Permitir el servicio de doble factor de autenticación, u otro con nivel superior. ii) Dar cumplimiento a los criterios de ciberseguridad establecidos en la Guía de Ciberseguridad vigente, en cumplimiento de los acuerdos del CNO (Consejo Nacional de Operación) actualizados, cuando así el operador de Red lo determine. iii) Disponer de la funcionalidad de control de acceso basado en roles, perfiles y/o niveles de autorización, para la protección frente a accesos no autorizados. iv) Tener la capacidad de integrarse con servicios LDAP o directorio activa para la autenticación de usuarios de manera robusta y centralizada. v) Almacenar las contraseñas cifradas, las cuales - por ningún motivo - pueden estar en código fuente o incrustadas de forma estática en memoria. vi) Gestionar eventos y/o alertas de los dispositivos de campo conectados. vii) Tener la capacidad de supervisar, administrar y controlar, el estado lógico y físico de los dispositivos de campo conectados.
28	Almacenamiento y análisis para control de inventarios de dispositivos	Almacenamiento, análisis y reportes de inventarios	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal m) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Tener la capacidad de almacenar y analizar la información recopilada para el control de inventarios, tanto de los concentradores o agregadores como de los sensores o dispositivos de campo conectados.

29	Actualización remota o local de firmware en dispositivos de red	Actualizacion via OTA	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal o) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir actualizaciones de firmware de manera local o remota para agregadores, sensores, dispositivos de campo conectados y otros elementos asociados a la red que necesiten actualizarse.
30	Administración de inventarios de concentradores y dispositivos de campo	Administrar inventarios y Gateways o concetradores del sistema de telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos específicos del sistema de telegestión - literal p) del numeral 3 Requisitos funcionales de la plataforma de telegestión) del Artículo 3.7.3. Permitir la administración de inventarios de concentradores, puntos finales de control (sensores o dispositivos de campo conectados) y otros elementos que compongan el sistema.
31	Escalabilidad y gestión de la información	Escalabilidad del sistema de telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 8) del Artículo 3.7.2. para garantizar el cumplimiento de todas las funcionalidades requeridas a nivel de redes de comunicación entre equipos y procesamiento de datos, acceso a la información y confiabilidad en la analítica, se debe garantizar la escalabilidad del sistema, dado el crecimiento progresivo en la conexión de nuevos dispositivos de campo a la plataforma. Se debe garantizar la flexibilidad para la inclusión a futuro de nuevos módulos funcionales o una mayor cantidad de "dispositivos de campo conectados" o fotocontroles, cualquier otro sensor o dispositivo de campo, sin que esto afecte el desempeño en la gestión de los que se encuentren conectados a la plataforma de telegestión.

32	Confiabilidad del sistema	Confiabilidad del sistema de telecontrol	Conforme a lo establecido en RETILAP, Requisitos funcionales del sistema de telegestión) del numeral 11) del Artículo 3.7.2. se debe garantizar que el sistema de telegestión desarrolle todas las funciones mínimas establecidas en el presente Reglamento, dentro de los límites y condiciones de funcionamiento durante un tiempo definido, desarrollando protocolos de probabilidad de fallas dentro de tiempos definidos y escenarios de recuperación del sistema ante fallas, definiendo tiempos de respuesta para cada escenario. Debe ser posible la actualización del firmware del controlador de la luminaria de manera local o de forma remota. Permitiendo la actualización de las características y corrección de problemas o errores.

5. CAPÍTULO TECNICO DE IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SOFTWARE DE GESTIÓN SIAP

De acuerdo con el RETILAP, todo municipio debe contar con un Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) bajo su responsabilidad, el cual constituye una herramienta fundamental para la gestión integral del sistema.

Este sistema debe permitir organizar, almacenar y analizar la información relacionada con la infraestructura del alumbrado público, así como los procesos operativos asociados a su funcionamiento.

El SIAP se estructura en diferentes componentes funcionales, entre los cuales se destacan:

5.1 Objetivos del sistema de información del alumbrado público

La información contenida en el SIAP debe cumplir, entre otros, los siguientes objetivos:

- El sistema para el software SIAP deberá diseñarse e implementarse bajo un enfoque de arquitectura de servicios públicos y como software de alumbrado público específico, asegurando adaptabilidad enfocada a otros sistemas, escalabilidad, seguridad y alta disponibilidad.
- Inventario y georreferenciación: Consolidar en una plataforma georreferenciada la totalidad de los elementos del Alumbrado Público del municipio, incluyendo sus características técnicas completas acorde a normatividad vigente, a través de una hoja de vida exclusiva de cada elemento georreferenciado (tipo de luminaria, potencia, postes, circuitos, etc.).
- Gestión del mantenimiento: Disponer de un módulo para el registro, asignación, seguimiento y cierre de órdenes de trabajo relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo del alumbrado público.

- Atención de reportes ciudadanos: Implementar un módulo que permita gestionar las PQRS de manera centralizada y un canal exclusivo para la que la ciudadanía pueda reportar fallas en el alumbrado público y dar seguimiento al estado de sus solicitudes.
- Generación de indicadores y análisis: Disponer de diferentes tipos de reportes, de acuerdo a las diversas tareas del Alumbrado Público, que faciliten el análisis para la toma de decisiones de indicadores clave (KPIs) como tiempos de respuesta de PQRS, tiempos de atención en campo, comparativas de consumo energético, estado del parque lumínico, inventarios de activos del Alumbrado, información sobre unidades constructivas del Alumbrado, obras, recaudos, entre otros.
- Soporte a la toma de decisiones: Brindar información confiable y oportuna que sirva como insumo para la planificación, presupuestación y priorización de inversiones en infraestructura del Alumbrado Público, mediante el análisis de información técnica y operativa del sistema.
- Interventoría: Contar con un módulo exclusivo de interventoría para la consignación de reportes, de acuerdo a la normativa vigente.
- Adaptabilidad: Tener la capacidad de comunicación del SIAP con otros sistemas como lo es la Telegestión.
- Optimizar los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, mediante el uso de herramientas de monitoreo y analítica.
- Fortalecer la capacidad operativa de la entidad, mediante capacitación, transferencia de conocimiento y apropiación tecnológica del sistema implementado.
- Control del inventario del sistema de alumbrado público, incluyendo todos los componentes de la infraestructura.
- Seguimiento a las actividades de expansión, operación y mantenimiento, permitiendo evaluar indicadores de calidad del servicio.
- Apoyo a la gestión operativa del sistema, facilitando la administración y control del servicio por parte del operador y la interventoría.
- Georreferenciación de la infraestructura, permitiendo identificar la ubicación exacta de cada punto luminoso dentro del territorio municipal.

5.2 Requerimientos funcionales

El SIAP deberá contar con los siguientes módulos funcionales, cada uno de los cuales constituye un requisito de obligatorio cumplimiento. El proponente deberá demostrar, mediante el video demostrativo descrito en el numeral 11, que el sistema ofertado dispone de la totalidad de las funcionalidades aquí descritas, en pleno funcionamiento y en concordancia con la normativa vigente aplicable.

5.2.1 Inventario técnico georreferenciado del sistema de alumbrado público

El SIAP deberá permitir la administración de un inventario técnico georreferenciado de la totalidad de los activos que conforman el sistema de alumbrado público del municipio. Este inventario constituye el núcleo de información del sistema y deberá incluir, como mínimo, luminarias, postes o soportes, redes, tableros, transformadores y demás elementos asociados a la prestación del servicio.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Gestión de una base de datos estructurada y relacional que garantice la integridad y consistencia de la información técnica del sistema.
- Identificación individual y caracterización técnica de cada activo, con los atributos necesarios para su plena descripción funcional y operativa.
- Georreferenciación de los activos y puntos del sistema, con visualización en plataforma cartográfica integrada.
- Representación de las relaciones jerárquicas y funcionales entre los activos del sistema (circuitos, tableros, transformadores, puntos de luz).
- Registro histórico de intervenciones, reposiciones y cambios de estado de cada activo, con trazabilidad completa.
- Registro de las variables y parámetros técnicos requeridos para la verificación del cumplimiento del RETILAP, de acuerdo con el tipo de activo o instalación, según lo establece la Resolución 40150 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía y sus modificaciones vigentes.
- Validaciones automáticas de consistencia, integridad y trazabilidad de la información técnica registrada.

5.3 Componentes de la infraestructura a registrar en el SIAP

El sistema de información debe permitir identificar y registrar los principales componentes del sistema de alumbrado público, entre ellos:

5.3.1 Luminarias

Se deberá registrar información relacionada con:

- Tipo de fuente luminosa
- Potencia instalada
- Tipo de luminaria
- Sistema de control de encendido
- Tipo de espacio iluminado (vías, parques, senderos peatonales, zonas verdes, entre otros)
- Transformador de distribución al cual se encuentra conectada.

5.3.2 Estructuras de soporte

Para cada poste o estructura se deberá identificar:

- Tipo de material
- Longitud
- Condición de uso exclusivo o compartido.

5.3.3 Redes de alimentación

Se deberá registrar información relacionada con:

- Tipo de conductor
- Calibre
- Tipo de instalación (aérea o subterránea)
- Condición de uso exclusivo o compartido.

5.3.4 Canalizaciones

Incluyen:

- Ductos
- Cajas de inspección
- Tipo de zona donde se encuentran instaladas.

5.3.5 Transformadores

Para cada transformador se deberá registrar:

- Tipo (aéreo, pedestal, subterráneo, local)
- Condición de uso exclusivo o compartido
- Circuito de media tensión que lo alimenta.

5.4 Administración, operación y mantenimiento

El SIAP deberá soportar de manera integral los procesos de administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público, garantizando la trazabilidad completa de todas las actividades ejecutadas sobre los activos del sistema, en concordancia con las actividades del servicio definidas en el Decreto 1073 de 2015, modificado por el Decreto 943 de 2018.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Programación y control del mantenimiento preventivo, con generación de alertas y seguimiento de cumplimiento según los planes definidos.
- Gestión y seguimiento del mantenimiento correctivo, desde el registro de la novedad hasta el cierre documentado de la intervención.
- Generación, asignación y cierre de órdenes de trabajo en formato digital, con trazabilidad de cada etapa del proceso.
- Asignación de actividades a cuadrillas o personal operativo, con registro de responsables y tiempos de ejecución.
- Captura de evidencia de cada intervención, incluyendo registro fotográfico asociado al activo y a la orden de trabajo correspondiente.
- Registro de los tiempos de atención, ejecución y cierre de cada intervención, como insumo para el cálculo de indicadores de gestión.
- Generación de indicadores de oportunidad, cumplimiento, efectividad y disponibilidad operativa del sistema, que permitan evaluar el desempeño del servicio de forma continua.

5.5 Proceso integral de órdenes de servicio

El SIAP deberá contemplar el ciclo de vida de una Orden de Servicio (OS), estableciendo la interoperabilidad entre los canales de atención, la Ventanilla Única (VU), el sistema ERP (Módulo Recursos Físicos) de Infibagué y la operación en campo. Dicho ciclo de vida es el siguiente:

Fase 1: Recepción, Radicación y Enrutamiento

Paso 1. Recepción y Homologación de Requerimientos

- Canales de Recepción Habilitados: El sistema centraliza las solicitudes provenientes de múltiples canales de interacción ciudadana e institucional:
    - Canales digitales: Página web institucional, chatbot, WhatsApp y sistema de telegestión.
    - Canales presenciales y tradicionales: Ventanilla Única (VU), llamadas telefónicas, reportes verbales y alertas directas del SIAP.
- Sincronización Bidireccional (SIAP ⇄ Ventanilla Única):
    - *Escenario A (Ingreso por VU):* Una vez el operario de la Ventanilla Única radica el requerimiento, el sistema se comunica automáticamente con el SIAP para trasladar la información y generar la orden de servicio asociada.
    - *Escenario B (Ingreso directo por SIAP):* Si el requerimiento se origina directamente en el SIAP (como alertas técnicas o de supervisión), el sistema se enlaza con la Ventanilla Única para generar de forma automatizada el número de radicado oficial.
- Excepciones y Reglas:
    - *Nota 1:* Los requerimientos detectados de manera automática por el Sistema de Telegestión o aquellos expresamente designados por el Líder de Proceso están exentos de contar con un radicado físico o digital de Ventanilla Única, ingresando directamente como órdenes técnicas internas.
    - *Nota 2 (Control de Duplicados):* El SIAP realiza una validación previa sobre el inventario. Si detecta una orden de servicio abierta o previa sobre la misma unidad lumínica, el sistema omitirá la creación de un nuevo consecutivo y retornará el número de la OS ya existente para evitar duplicidad operativa y optimizar recursos.

Paso 2. Asignación Automática de Cuadrillas

- Mecanismo de Enrutamiento: Con base en el número de placa de la unidad lumínica o las coordenadas geográficas exactas del requerimiento, el SIAP consulta la matriz territorial de zonas y comunas.
- Asignación de Recursos: El sistema asigna de forma automática la orden de servicio a la cuadrilla responsable de dicha zona geográfica, optimizando tiempos de desplazamiento y asegurando la cobertura contractual.

Fase 2: Gestión, Requisición y Aprobación de Materiales (Pasos 3, 4, 5 y 6)

Paso 3. Requisición Operativa de Materiales

- Responsable: Cuadrilla asignada.
- Integración ERP: El SIAP opera integrado con el ERP del Instituto (Infibagué). La cuadrilla ingresa al sistema para consultar los saldos de inventario en tiempo real y realiza la solicitud formal de los materiales y repuestos específicos requeridos para la intervención correctiva o preventiva.

Paso 4. Pre-Aprobación Técnica

- Responsable: Coordinador de Cuadrilla.

- Validación: El coordinador revisa la pertinencia técnica de la solicitud frente a la falla reportada. Ejerce funciones de aprobar, modificar o rechazar la requisición de materiales realizada por la cuadrilla según las prioridades operativas y la complejidad del daño.

Paso 5. Aprobación Definitiva e Interoperabilidad ERP

- Responsable: Líder de Proceso.
- Validación y Consolidación: El Líder del Proceso realiza la validación gerencial/estratégica, aprobando, ajustando o rechazando la solicitud.
- Sincronización con ERP: Una vez superado este filtro, el SIAP envía automáticamente la orden de consumo aprobada para actualizar los registros del ERP de Infibagué, apartando físicamente los elementos del stock.

Paso 6. Despacho y Entrega en Almacén

- Responsable: Técnico administrativo de almacén.
- Salida de Inventario: El almacenista valida en el ERP la requisición debidamente aprobada en el paso anterior, realiza la salida oficial de los elementos en el sistema e inicia la entrega física de los materiales a los integrantes de la cuadrilla.

Fase 3: Ejecución en Campo y Cierre Operativo (Pasos 7, 8 y 9)

Paso 7. Ejecución de la Actividad y Registro de Evidencias

- Responsable: Cuadrilla.
- Registro en Sitio: Durante la intervención física en campo, la cuadrilla utiliza las herramientas móviles del SIAP para registrar:
    - Las actividades exactas ejecutadas sobre la orden de servicio.
    - El material efectivamente utilizado en sitio y su trazabilidad vinculada a cada punto lumínico, poste, red o transformador.
    - Registro fotográfico obligatorio (evidencia del antes, durante y después de la intervención).

Paso 8. Validación Ciudadana y Cierre del Requerimiento

- Responsable: Ciudadano que originó el requerimiento o Líder del Proceso.
- Proceso de Cierre: El SIAP facilita una interfaz dentro de la herramienta móvil de la cuadrilla, para que el ciudadano brinde el visto bueno de la ejecución de la actividad. El cierre de la orden requiere:
    1. Registro fotográfico de conformidad.
    2. Firma o evidencia de recibido a satisfacción por parte del ciudadano.
    3. Encuesta de satisfacción integrada que se diligencia de manera simultánea en el sistema.

  NOTA: en caso de ser una OS generada por las excepciones de medio de recepción, el cierre lo realizará el supervisor.

Paso 9. Verificación Administrativa y Aprobación Final

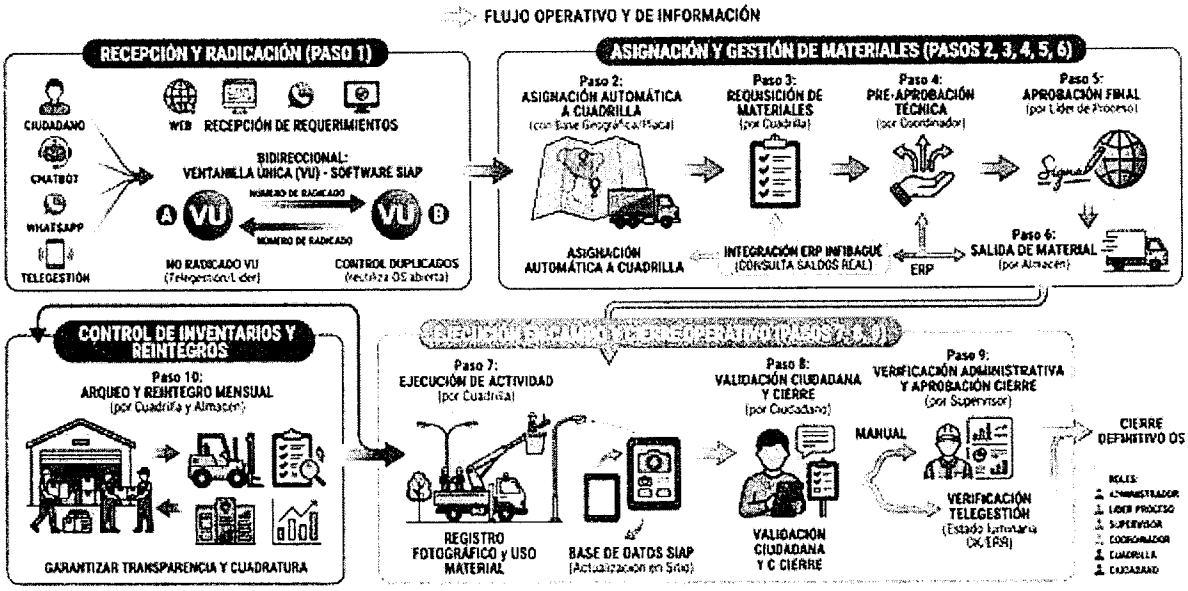
- Responsable: Técnico Administrativo Supervisor actividades de cuadrillas.
- Auditoría de Cierre: El Técnico Administrativo revisa en el SIAP la consistencia de las actividades y los materiales utilizados en la orden de servicio.
- Verificación por Telegestión (Excepción Tecnológica): Para aquellas luminarias dotadas con tecnología de telegestión, el software realiza un diagnóstico automatizado del estado de la luminaria (niveles de iluminación, encendido y apagado, y estado de comunicación) para certificar de manera digital si la actividad fue realizada con éxito. Cumplida la validación (manual o telegestionada), el SIAP procede a la aprobación y cierre definitivo del caso en el sistema.

Fase 4: Control de Inventarios y Reintegros (Paso 10)

Paso 10. Arqueo y Reintegro de Materiales Sobrantes

- Responsable: Cuadrilla y Almacenista.
- Control Mensual: De manera periódica (con corte mensual), la cuadrilla realiza la devolución formal al almacén del Instituto de todos aquellos materiales sobrantes, repuestos no utilizados o elementos removidos (scrap/chatarra).
- Propósito: Permite al almacén efectuar arqueos confiables, mantener la kardex de inventarios a cargo de cada brigada y garantizar la transparencia en la gestión de los recursos públicos de alumbrado.

DIAGRAMA DEL PROCESO INTEGRAL DE ÓRDENES DE SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO
(Integración Ventanilla Única - SIAP - ERP Infibagué)



5.5 Gestión de PQRS y atención al usuario

El SIAP deberá permitir la gestión estructurada de las peticiones, quejas, reclamos y solicitudes —PQRS— relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público, garantizando su trazabilidad y seguimiento desde el registro inicial hasta el cierre definitivo, en cumplimiento de los principios de atención al ciudadano establecidos en la normativa vigente.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Registro estructurado de PQRS, con captura de los datos del solicitante, descripción de la novedad y ubicación del activo o sector afectado.
- Clasificación, priorización y tipificación de los casos según su naturaleza y nivel de urgencia.
- Asociación de cada caso con el activo, sector o ubicación geográfica correspondiente dentro del inventario del sistema.
- Seguimiento del trámite y control de los tiempos de atención, con alertas ante el vencimiento de los términos legales aplicables.
- Cierre documentado de cada caso, con registro de la actuación realizada y la evidencia que la soporta.

- Generación de estadísticas e indicadores de gestión de PQRS, como insumo para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo del servicio.
- Canal o mecanismo web de cara al ciudadano, que permita la consulta del estado de las solicitudes radicadas y la divulgación de información de carácter no reservado sobre la prestación del servicio.

5.6 Gestión de consumos energéticos y facturación

El SIAP deberá permitir el control, análisis y validación de los consumos energéticos asociados a la prestación del servicio de alumbrado público, así como la verificación de la información utilizada para la facturación del suministro de energía eléctrica, en concordancia con las disposiciones de la Resolución CREG 101-13 de 2022.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Registro y consolidación de los consumos energéticos del sistema, según la estructura del inventario.
- Validación de inconsistencias entre los consumos medidos, estimados y facturados, para análisis de desviaciones significativas.

5.7 Gestión financiera y regulatoria

El SIAP deberá incorporar funcionalidades de soporte para la gestión financiera y regulatoria del servicio de alumbrado público, en plena concordancia con la metodología vigente para la determinación de los costos máximos de prestación del servicio establecida por la CREG, y con los requisitos de reporte e información definidos en el marco regulatorio colombiano.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Parametrización de las variables técnicas, energéticas y financieras conforme a la metodología regulatoria vigente aplicable al servicio de alumbrado público.
- Herramientas de apoyo para el cálculo de los costos de prestación y la remuneración del servicio, con capacidad de cálculo automático y verificable de las variables, componentes y resultados definidos en la metodología CREG vigente.
- Histórico de cálculos, supuestos utilizados y versiones generadas, con trazabilidad completa de cada proceso de estimación.
- Generación de reportes auditables y trazables para fines regulatorios, contractuales y de control fiscal.

5.8 Gestión de almacén y materiales

El SIAP deberá permitir el control y trazabilidad de los materiales, equipos y repuestos utilizados en las actividades de administración, operación, mantenimiento, modernización y reposición del sistema de alumbrado público.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Administración del inventario de materiales y elementos de almacén, con identificación individual de cada ítem y sus características técnicas.

- Asociación de materiales consumidos a las órdenes de trabajo e intervenciones correspondientes, garantizando la trazabilidad de su uso.
- Control de existencias mínimas, máximas y puntos de reposición, con generación de alertas ante niveles críticos de inventario.
- Generación de reportes de consumo, rotación y trazabilidad de materiales, como insumo para la planificación operativa y presupuestal del servicio.

5.9 Analítica, control y reportes

El SIAP deberá disponer de herramientas de analítica y control que ofrezcan una visión integral y en tiempo real de la prestación del servicio de alumbrado público, articulando las dimensiones técnica, operativa, energética, financiera y regulatoria en una plataforma unificada de seguimiento y toma de decisiones.

Para dar cumplimiento a este requerimiento, el módulo deberá contemplar como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Tableros de control gerencial con visualización consolidada de los principales indicadores del servicio, actualizados de forma automática a partir de la información registrada en los demás módulos del sistema.
- Indicadores técnicos y operativos del sistema de alumbrado público (disponibilidad, tiempos de atención, eficiencia del mantenimiento, entre otros).
- Indicadores energéticos y financieros, alineados con los componentes de costo definidos en la metodología regulatoria vigente.
- Exportación de información en formatos estándar e interoperables, que facilite su comunicación con otras plataformas institucionales y el cumplimiento de obligaciones de reporte ante las entidades competentes.

5.10 Requerimientos técnicos y de arquitectura

5.10.1 Arquitectura del sistema:

- El SIAP deberá funcionar en modalidad SaaS. El Alumbrado Público de Ibagué no deberá ser responsable por la obtención de equipos especializados para la interacción o despliegue del SIAP. Su acceso deberá únicamente requerir la instalación de un explorador web, cumpliendo así con el requerimiento RETILAP según el cual "El SIAP estará disponible para la consulta en línea por parte del municipio, en el evento en que este sistema sea suministrado y operado por un tercero.".
- Adicionalmente, el SIAP deberá proveer aplicaciones móviles, a ser utilizadas por los funcionarios del Alumbrado Público de Ibagué en campo, de manera que puedan realizar sus labores a través de las mismas en sus dispositivos portátiles. Estas aplicaciones deberán ser perfectamente compatibles con la interfaz web mencionada en el punto anterior y deberán actualizar, en tiempo real, la información accesible en todo el SIAP de manera transparente para el usuario.
- El SIAP deberá ser altamente personalizable, permitiendo la modificación de los datos pertenecientes a cada Unidad Constructiva de acuerdo a la evolución de la normativa vigente. Como ejemplo, deberá permitir la adición de la información relativa a la "Temperatura de Color" en el momento en que el Alumbrado Público de Ibagué así lo considere, sin requerir de desarrollos ni costos adicionales para el Alumbrado Público de Ibagué, para cumplir con los requerimientos de información

expresados en el RETILAP. Esto aplicará para esta y cualquier modificación eventual de la normativa frente a los requerimientos de información de las Unidades Constructivas, así como a los requerimientos específicos del Alumbrado Público de Ibagué.

5.10.2 Requerimientos de hardware:

La implementación del SIAP no deberá requerir de la compra ni aprovisionamiento de hardware por parte del Alumbrado Público de Ibagué.

5.10.3 Ficha especificaciones técnicas mínimas

Módulo / Componente	Especificaciones Técnicas y Funcionalidades Requeridas
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOFTWARE	• Plataforma integral, de fácil uso y orientada a las necesidades del negocio de alumbrado público. • Arquitectura distribuida, escalable y reactiva que soporte múltiples usuarios concurrentes sin degradación del servicio. • Acceso en tiempo real desde cualquier ubicación mediante conexión a internet. • Diseño web y móvil amigable, intuitivo y de fácil navegación. • Aplicaciones móviles compatibles mínimo con sistema operativo Android. • Sistema modular que permita ampliaciones o modificaciones sin afectar la operación. • Capacidad de realizar actualizaciones sin interrupción del servicio. • No requerir adquisición ni instalación de hardware adicional por parte de la entidad.

1. GESTIÓN DE ROLES Y ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS	• **Soporte contractual:** Toda creación de usuario debe fundamentarse en un contrato o vinculación formal. • **Vigencia temporal automática:** Establecimiento obligatorio de una fecha de vencimiento de la cuenta (asociada al contrato). Cumplida la fecha, el sistema inhabilitará el acceso automáticamente. • **Matriz de roles y niveles de permiso:** El sistema implementará jerárquicamente mínimo 5 roles: 1. *Administrador:* Gestión integral, parametrización y auditoría. 2. *Líder de Proceso:* Supervisión estratégica, aprobación de programaciones e indicadores. 3. *Técnico Administrativo Supervisor:* Gestión técnica, validación de censo y seguimiento a órdenes. 4. *Coordinador:* Configuración de zonas operativas y asignación a cuadrillas. 5. *Cuadrilla:* Visualización de órdenes, registro de ejecución y reporte de materiales/tiempos.
2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	• Implementación bajo modelo SaaS (Software como Servicio). • Alojamiento en infraestructura del proveedor (cloud computing). • Acceso vía web sin necesidad de instalación local. • Arquitectura elástica con escalabilidad automática según demanda. • Alta disponibilidad y tolerancia a fallos (fault-tolerant). • Continuidad del servicio ante fallos parciales (arquitectura resiliente). • Seguridad de la información conforme a buenas prácticas (control de accesos, cifrado, respaldo).

3. CONFIGURACIÓN Y PARAMETRIZACIÓN DEL SISTEMA	• Configuración general editable por el usuario y administración de opciones por tipo de elemento. • Creación y gestión de configuraciones (modelos de elementos) y costos unitarios asociados. • Gestión de tipos de insumos y parametrización de fallas y soluciones. • Catálogo de actividades de Órdenes de Servicio: Parametrización de un catálogo estándar (ej. Cambio de fotocelda) que incluya obligatoriamente un Tiempo Estándar de Ejecución (SLA) y un Costo Unitario de Ejecución. • Gestión de funcionarios, locaciones operativas (almacenes, talleres, cuadrillas).
4.1. INVENTARIO Y GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA (SALP)	• App móvil para captura de información en campo, sincronización automática, GPS y fotos. • Censo con Detalle Jerárquico Obligatorio: - *Luminarias:* Tecnología (LED/Sodio), potencia (W) y código único. - *Postes:* Material (concreto/metálico), altura y estado físico. - *Transformadores:* Capacidad, marca, ubicación y cuadro de cargas. - *Redes:* Tramos, tipo de red y canalización. - Otros: Tableros, fotoceldas, ductos, cajas, mallas a tierra. **• Hoja de Vida Dinámica de Activos:** - Histórico de mantenimientos preventivos y correctivos. - Cálculo automático de Tiempos Fuera de Servicio (TFS): Tiempo desde el reporte hasta la restitución. - Trazabilidad de materiales. - Control de Reemplazos: Registro de cambio total/parcial con marca, modelo, potencia y garantía.

4.2. MÓDULO CREG 123	• Calcular automáticamente los costos máximos de remuneración (Resolución CREG 123/2011). • Incluir: CSEE (Costo Suministro), CINV (Costo Inversión) y CAOM (Costo AOM). • Generación de reportes detallados, históricos y parametrización de variables.
4.3. MÓDULO DE OPERACIÓN	• PQRS y Órdenes de Servicio (OS): Registro, conversión de PQRS a OS, seguimiento en tiempo real y cierre en campo con insumos. • Estructura Territorial y Conformación de Cuadrillas: - *Composición Obligatoria:* Cada cuadrilla debe asociar mínimo un *Técnico Operativo Electricista* y un *Auxiliar Operativo.* - *Zonas Operativas:* Delimitación geográfica en "Zonas" (para Coordinadores) y "Subzonas/Comunas" (asignadas a Cuadrillas para atención de fallas). • Inventarios: Control de insumos en Almacén/Taller/Cuadrilla y transferencias. • Órdenes de Taller: Generación y seguimiento.
4.4. MÓDULO DE INDICADORES Y RENDIMIENTO	• Generación de reportes exportables (Excel), dashboards y seguimiento a OS (pendientes, antigüedad). • Evaluación de Desempeño y Capacidad: Comparación del tiempo real reportado por el Técnico contra el tiempo estándar parametrizado (SLA). • Indicador de Rendimiento de Cuadrilla: Cálculo automático mediante la fórmula: (Tiempo Estándar Total de OS Completadas / Tiempo Real Invertido en Campo) x 100. • Costeo Operativo: Consolidación automática de costos de mano de obra y materiales aplicados por comuna, zona o cuadrilla.

4.5. OTROS MÓDULOS (FACTURACIÓN, INTERVENTORÍA Y ANALÍTICA)	• **Facturación:** Cálculo consumo teórico vs facturado, registro de pagos, gestión de obras y fuentes de financiación. • **Interventoría (RETILAP):** Informes, cumplimiento de indicadores, costos, recomendaciones y compromisos. • **Explorador Automático:** Visualización avanzada de datos (gráficos), tendencias y análisis de anomalías.
5. CERTIFICACIONES REQUERIDAS	El software deberá contar con certificaciones expedidas por el ente competente (Dirección Nacional de Derechos de Autor / MinInterior): • Certificado de Registro Lógico – Backend. • Certificado de Registro Lógico – Frontend. • Certificado de Registro Lógico – Para cada aplicación móvil que se provea.
6. CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN Y ENTREGABLES	• Implementación: Completa por el proveedor, migración de información y configuración inicial. • Servicios: Capacitación a usuarios (administrativos/operativos), soporte técnico, mantenimiento y garantía de disponibilidad. • Entregables Mínimos: Software en operación, Apps móviles funcionales, base de datos estructurada y manuales (usuario y técnico).

5.10.4 Cumplimiento de requisitos tecnológicos en procesos de contratación

En el marco de los procesos de contratación pública adelantados para la modernización o implementación de soluciones tecnológicas para el alumbrado público, se deberán verificar los registros de propiedad intelectual correspondientes a los sistemas de software utilizados.

Para tal efecto, se solicitará la presentación de los certificados de registro lógico expedidos por el Ministerio del Interior, correspondientes a:

- Backend del software de gestión del alumbrado público SALP.
- Frontend del software de gestión del alumbrado público SALP.
- Aplicación(es) provista(s) como parte de la solución.

5.11 Requerimientos no funcionales

Estas condiciones deberán entenderse aplicables para el SIAP como componente aislado, no en conjunto con ni para la plataforma de Telegestión.

5.11.1 Disponibilidad (SLA, % uptime)

El SIAP deberá cumplir con los siguientes niveles de servicio mínimos:

- Disponibilidad ≥ 99 % mensual (equivalente a no más de 7,3 horas de inactividad no planificada por mes), excluyendo ventanas de mantenimiento programadas y previamente notificadas.
- Tiempo de Recuperación ante Fallos (RTO — Recovery Time Objective): No superior a 1 día para la restauración total de la plataforma ante fallo de hardware o software crítico.
- Tiempo de recuperación de datos (RPO — Recovery Point Objective): No superior a 1 día, garantizando respaldo periódico de la base de datos y la configuración del sistema.

5.11.2 Seguridad de la información (autenticación, cifrado, respaldo de datos, cumplimiento de normativa de protección de datos)

- El Contratista deberá implementar una política de respaldo de datos (backup) que contemple copias de seguridad automáticas diarias de la base de datos del SIAP.
- La información intercambiada con el SIAP deberá ser encriptada en tránsito, mediante cifrado TLS 1.2 o superior.
- El Contratista deberá garantizar cumplir con las normativas de protección de datos vigentes en el país, para aquella información que sea sujeta a ello.

5.11.3 Capacidad de usuarios concurrentes y escalabilidad

El Contratista deberá garantizar que el SIAP se desempeñará correctamente, sin importar la cantidad de usuarios y/o elementos telegestionados y/o Unidades Constructivas existentes. El Alumbrado Público de Ibagué podrá requerir la generación de cuantos usuarios considere necesarios, los cuales podrán interactuar simultáneamente con la plataforma, sin afectar la experiencia de los otros usuarios concurrentes. La plataforma podrá crecer o disminuir en el número de Unidades Constructivas existentes en el SIAP, sin que esto afecte la experiencia del usuario. Para ello, el Contratista deberá proveer los documentos técnicos que justifiquen cómo la solución propuesta cubre estas eventualidades.

5.11.4 Usabilidad y accesibilidad

El Contratista deberá proveer acceso al SIAP a través de, al menos, una (1) plataforma web, cuyo acceso se realizará a través de un explorador web de uso comercial, y una (1) aplicación móvil que permita la consulta y modificación de la infraestructura de Alumbrado Público, el inventario disponible y el reporte de intervenciones en campo.

5.11.5 Compatibilidad con estándares abiertos (interoperabilidad, APIs)

El SIAP deberá proveer mecanismos para cumplir con los requerimientos expresados en el RETILAP. En particular:

- Consulta del estado de la infraestructura para dar cumplimiento al punto 5 del artículo 3.3.3.1.3 del RETILAP donde se estipula que "Los municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de alumbrado público más de dos mil (2.000) puntos luminosos, deben disponer de un sistema de consulta a través de la WEB con la información de alumbrado público, en las áreas operativa y de atención al Cliente."
- Ingreso y consulta de PQRS por parte de la ciudadanía desde la página web que determine el Alumbrado Público de Ibagué.
- Deberá proveer un mecanismo de conexión con el sistema, de manera que sea posible vincular las fallas reportadas por el sistema de Telegestión a los activos manejados en el SIAP, cumpliendo así con la normativa RETILAP según la cual "Se deben registrar las fechas y eventos relacionados con fallas y diagnóstico, acciones correctivas y/o preventivas y demás aspectos que agreguen valor al Sistema de Información de alumbrado público."

Para verificar el cumplimiento de estos requerimientos, el Contratista deberá proveer los documentos técnicos que justifiquen cómo la solución propuesta cubre estos requisitos.

5.12 Datos y migración

La migración, carga y adecuación de los datos hacia el SIAP estará a cargo del Contratista, quien deberá garantizar que la información quede correctamente estructurada, georreferenciada y disponible en la plataforma dentro de los plazos establecidos en el cronograma de implementación. Para tal efecto, el Contratante se compromete a entregar, previo al inicio de la etapa de migración, una base de datos con la información mínima requerida para el funcionamiento del sistema, que incluya como mínimo la ubicación, características técnicas y estado de los puntos de luz existentes en el municipio. No obstante, la calidad, veracidad, integridad y completitud de la información contenida en dicha base de datos serán responsabilidad exclusiva del Contratante, por lo que el Contratista no podrá ser considerado responsable de inconsistencias, errores u omisiones que se deriven directamente de la información suministrada. En caso de identificar deficiencias significativas en los datos entregados que puedan afectar el correcto funcionamiento del sistema, el Contratista deberá notificarlo por escrito al Contratante dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la recepción de la base de datos, a fin de que las partes acuerden las acciones correctivas pertinentes antes del inicio de la migración.

5.13 Normativa y estándares aplicables

El Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) que se adquiera deberá dar cumplimiento integral al marco normativo colombiano vigente aplicable al servicio de alumbrado público, a la gestión de información territorial y a la seguridad de los datos. A continuación, se relacionan las normas que rigen el proyecto y frente a las cuales el sistema deberá demostrar conformidad:

5.13.1 Marco legal del servicio de alumbrado público

Ley 142 de 1994 y Ley 143 de 1994: Establecen el régimen de los servicios públicos domiciliarios y del sector eléctrico en Colombia, respectivamente, y constituyen el fundamento legal sobre el cual se estructura la prestación del servicio de alumbrado público en los municipios y distritos. El SIAP deberá soportar la gestión del servicio conforme a los principios de eficiencia, calidad y continuidad que estas leyes consagran.

Decreto Único Reglamentario 1073 de 2015, modificado por el Decreto 943 de 2018: Define el servicio de alumbrado público como el servicio público no domiciliario de iluminación destinado a dar visibilidad al espacio público, bienes de uso público y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades. Señala que dicho servicio comprende las actividades de suministro de energía eléctrica al sistema de alumbrado público, la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión del sistema, el desarrollo tecnológico asociado a él, y la interventoría en los casos que apliquen. El SIAP deberá ser coherente con esta definición y cubrir en sus módulos todas estas actividades.

5.13.2 Regulación técnica y económica del sector

Resolución CREG 101-13 de 2022: Establece la metodología para la determinación de los costos máximos del servicio de alumbrado público y define las condiciones de suministro de energía eléctrica para su prestación. Introduce las definiciones operativas del servicio que deben orientar la gestión técnica municipal, incluyendo las actividades del servicio de alumbrado público. El SIAP deberá permitir el registro, seguimiento y reporte de información técnica y operativa alineada con los componentes de costo definidos en esta resolución.

5.13.3 Reglamentos técnicos de obligatorio cumplimiento

RETILAP — Resolución 40150 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía (modificada por la Resolución 40318 de 2025): El RETILAP es la normativa técnica obligatoria en Colombia que regula las condiciones mínimas que deben cumplir los sistemas de iluminación para garantizar eficiencia energética, seguridad y calidad visual. El SIAP deberá cumplir con la descripción detallada en dicha normativa.

5.13.4 Obligación general de cumplimiento normativo

El proponente deberá garantizar y declarar expresamente que el SIAP ofertado cumple con la totalidad de la normativa relacionada en este numeral, así como con cualquier otra disposición legal, reglamentaria o técnica que resulte aplicable y que sea expedida durante la vigencia del contrato. El comité evaluador verificará el cumplimiento normativo mediante la revisión del video demostrativo descrito en el numeral 11, la documentación técnica aportada y, si lo considera pertinente, mediante solicitud de demostración en vivo.

5.14 Implementación y cronograma

5.14.1 Fases de Ejecución del Sistema de Información de Alumbrado Público - SIAP

FASE 1. Implementación del Siap: Migración del Inventario

Esta fase tiene como propósito establecer la base tecnológica y de información que soportará la gestión integral del alumbrado público del Municipio de Ibagué. Por tanto, la entidad, suministrará al contratista las bases de datos existentes del censo de alumbrado público correspondientes a las zonas urbana y rural, así como la información técnica, planos, inventarios y demás registros disponibles. A partir de esta información, el contratista deberá realizar los procesos de validación, estructuración, actualización, complementación

y cargue de la información dentro de la plataforma SIAP, garantizando la consistencia técnica, administrativa y geográfica de los activos.

Dentro de esta fase se realizará la parametrización de la plataforma SIAP, la configuración de módulos operativos, administrativos y geográficos, la definición de perfiles de usuario, así como la comunicación de la información existente con los modelos de datos requeridos para la gestión del alumbrado público.

Entregables de la Fase 1

Plataforma SIAP instalada, configurada y operativa.

- Bases de datos del inventario de alumbrado público actualizadas, estructuradas y validadas.
- Inventario de activos incorporado en la plataforma SIAP.
- Visualización georreferenciada de la infraestructura instalada.
- Informe de cargue del inventario a la plataforma.
- Piloto funcional implementado y operando.
- Informes técnicos y resultados de validación del piloto conforme a las especificaciones del anexo ficha técnica.
- Acta de aceptación de la fase.

FASE 2. Capacitaciones y Transferencia de Conocimientos

Esta fase comprende la transferencia integral de conocimiento al personal designado por la entidad, mediante procesos de capacitación técnica, administrativa y operativa sobre el uso del software SIAP y los procedimientos de administración del sistema.

El contratista deberá realizar la entrega de la documentación final del proyecto, incluyendo manuales, memorias técnicas, configuraciones, bases de datos de respaldos, entre otros.

Entregables de la Fase 2

- Capacitación certificada al personal de la entidad.
- Manuales de administrador y usuario.
- Acta de recibo final.
- Acta de cierre técnico y administrativo del proyecto.

FASE 3. Pruebas Operativas

Esta fase está dedicada al afianzamiento de los conocimientos adquiridos en la anterior fase por parte de los diferentes usuarios de la plataforma. Para esta fase deben proveerse credenciales en ambiente de prueba a todos los diferentes grupos que operarán el sistema para que puedan llevarse a cabo las prácticas y simulaciones sobre dicha base de datos.

Entregables de la Fase 3

- Logs de ingreso efectivo del personal al sistema en su base de datos de prueba.
- Actas y listados de asistencia de reuniones virtuales para solución de dudas adicionales generadas a partir de las pruebas operativas.

FASE 4. Puesta en Marcha y Apoyo de Servicio al Cliente, Entrega Final y Cierre del Proyecto

En esta fase el Contratista, dentro de sus obligaciones, se compromete a resolver todo asunto relacionado con servicio al cliente que el Municipio pueda requerir. Adicionalmente, el Contratista deberá realizar la entrega de la documentación final del proyecto, incluyendo manuales, memorias técnicas, configuraciones, bases de datos de respaldos, entre otros.

Entregables de la Fase 4

- Capacitación certificada al personal de la entidad.
- Manuales de administrador y usuario.
- Acta de recibo final.
- Acta de cierre técnico y administrativo del proyecto.

5.14.2 Cronograma Estimado de Ejecución

ID	ACTIVIDAD / ENTREGABLE	DURACIÓN (DÍAS)
1	**FASE 1. Implementación Plataforma SIAP e Inventario**	30
1.1	Reunión de inicio y planeación detallada	2
1.2	Instalación y configuración plataforma SIAP	7
1.3	Recolección, depuración y validación inventario AP	10
1.4	Carga de activos	5
1.5	Implementación GIS y georreferenciación	7
1.6	Acta de aceptación Fase 1	1
2	**FASE 2. CAPACITACIONES Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS**	15
2.1	Capacitaciones a personal	15
3	**FASE 3. PRUEBAS OPERATIVAS**	20
3.1	Uso de la plataforma en ambiente de prueba	10
3.2	Reuniones dudas adicionales y preguntas	10
4	**FASE 4. PUESTA EN MARCHA Y APOYO DE SERVICIO AL CLIENTE, ENTREGA FINAL Y CIERRE DEL PROYECTO**	15
4.1	Puesta en marcha	5
4.2	Entrega de entregables	10

5.15 Soporte y mantenimiento

5.15.1 Niveles de soporte (SLA de atención a incidentes)

El Contratista deberá garantizar, como mínimo, los siguientes niveles de servicio:

- Fallos Graves (Pérdida Completa del Servicio y o Acceso al SIAP): Restablecimiento del servicio máximo 1 día hábil después de recibir el reporte.
- Fallos Medios (Pérdida severa del servicio, sólo algunos módulos funcionan): Restablecimiento de los módulos en falla en máximo 2 días hábiles.
- Fallos Leves (Problemas y errores en funcionalidades específicas, que no afectan en gran medida el servicio): 5 días hábiles.

5.15.2 Actualizaciones y mantenimiento evolutivo

Según las definiciones dispuestas en la norma ISO/IEC 14764, el Contratista debe garantizar que, por la duración del presente Contrato, toda actualización y mantenimiento correctivo realizado al SIAP se encuentra incluido en el costo presentado en la propuesta. Todo mantenimiento adaptativo, perfectivo o evolutivo a realizar al SIAP no se encuentra incluido.

5.16 Criterios de evaluación de propuestas- Evaluación técnica

Como parte de la evaluación técnica para el SIAP, **el proponente deberá presentar un video demostrativo** que evidencie el funcionamiento real del sistema ofertado, bajo las siguientes condiciones:

a) Características generales del video

1. Duración máxima de 12 minutos.
2. Grabación realizada directamente sobre el sistema (ambiente de pruebas, demo o producción), sin uso de mockups, inteligencia artificial, prototipos estáticos o material publicitario.
3. Debe mostrarse de forma continua la interfaz, sin cortes que oculten pasos relevantes del flujo funcional.
4. Se debe visualizar en todo momento la fecha y hora del sistema (timestamp) o, en su defecto, narración/rotulación que permita verificar que la demostración corresponde al sistema ofertado y no a un caso genérico.
5. La base de datos utilizada puede ser de prueba, pero debe tener como mínimo 1.000 Unidades Constructivas cargadas y ubicadas de manera georreferenciada, con al menos una (1) de cada tipo descrito en el **punto 5.2.1**

b) Funcionalidades mínimas que debe evidenciar el video:

El video deberá demostrar, de manera clara y secuencial, el cumplimiento de cada uno de los módulos exigidos en los requerimientos funcionales, incluyendo como mínimo:

1. Módulo de inventario y georreferenciación de luminarias (visualización en mapa, consulta de atributos técnicos).
2. Módulo de gestión de mantenimiento (creación, asignación y cierre de una orden de trabajo).
3. Módulo de Bodega (inventario, respuesta de solicitudes).
4. Módulo de atención de reportes ciudadanos/PQRS (registro de un reporte y seguimiento de su estado).

5. Módulo de reportes e indicadores analíticos (generación de al menos dos reportes o dashboard con datos reales o simulados).
6. Módulo de Interventoría.
7. Módulo de cálculo automático CREG.

c) Evidencia de cumplimiento normativo

Durante la demostración de cada módulo, el video deberá hacer explícito y evidente el cumplimiento de la normativa vigente aplicable, incluyendo el cumplimiento de estándares técnicos de alumbrado público vigentes en particular el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, el Decreto 943 de 2018 y las demás disposiciones técnicas y jurídicas aplicables. El proponente deberá señalar expresamente, mediante rotulación en pantalla o narración en el video, en qué momento y de qué forma se evidencia cada uno de los puntos normativos exigidos, relacionándolos con el numeral correspondiente de los requerimientos técnicos.

d) Forma de evaluación

1. Un comité evaluador (técnico) verificará el video con base en una lista de chequeo (checklist) que contemple cada módulo y cada requerimiento normativo exigido.
2. Se asignará una calificación de "Cumple" / "Cumple parcialmente" / "No cumple" por cada ítem evaluado.
3. La entidad contratante se reserva el derecho de solicitar una demostración en vivo (presencial o virtual) adicional, como mecanismo de verificación, en caso de existir dudas razonables sobre la autenticidad o vigencia del video presentado.

e) Causal de rechazo

La propuesta podrá ser rechazada en el criterio técnico si:

1. No se presenta el video dentro del plazo establecido.
2. El video no permite verificar el cumplimiento de los módulos o la normativa exigida.
3. Se evidencia que el video corresponde a un sistema distinto al ofertado, o ha sido manipulado/editado de forma que oculte o tergiverse el funcionamiento real.

5.17 Anexos

- Inventario preliminar de luminarias.
- Mapas o planos de referencia.
- Formatos de presentación de oferta técnica/económica.
- Reportes.
- Matriz de Cumplimiento Normativo: Documento tabular que relacione de forma explícita cada componente instalado con los artículos o numerales específicos de RETILAP y demás normativas aplicables que le correspondan, demostrando trazabilidad del cumplimiento

5.18 Definiciones

5.18.1 Conceptos generales del sistema:

SIAP (Sistema de Información de Alumbrado Público): Plataforma tecnológica integrada que permite la gestión, administración, monitoreo y control de la infraestructura de alumbrado público de un municipio, incluyendo inventario, mantenimiento y reportes.

Punto de luz: Unidad básica de alumbrado público compuesta por luminaria, poste o soporte, brazo, y demás elementos asociados a un único punto de iluminación.

Inventario de alumbrado público: Registro detallado y actualizado de todos los puntos de luz de un municipio, incluyendo sus características técnicas, ubicación y estado.

Parque lumínico: Conjunto total de luminarias y elementos de alumbrado público instalados dentro de la jurisdicción municipal.

Georreferenciación: Proceso de asignar coordenadas geográficas (latitud/longitud) a un elemento (en este caso, cada punto de luz), permitiendo su ubicación precisa en un mapa o sistema de información geográfica.

SIG / GIS (Sistema de Información Geográfica): Herramienta tecnológica que permite capturar, almacenar, analizar y visualizar información georreferenciada.

5.18.2 Comunicaciones:

Telegestión: Capacidad de monitorear y controlar remotamente el funcionamiento de las luminarias (encendido, apagado, regulación de intensidad) a través de una red de comunicaciones.

Protocolo de comunicación: Conjunto de reglas que permite la transmisión de datos entre dispositivos. Por ejemplo:

- **LoRa / LoRaWAN:** Tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance y bajo consumo energético.
- **NB-IoT (Narrowband IoT):** Tecnología celular de banda estrecha optimizada para dispositivos IoT.
- **GPRS/3G/4G:** Tecnologías de telefonía móvil utilizadas para transmisión de datos.
- **Zigbee:** Protocolo de comunicación inalámbrica de corto alcance utilizado en redes de sensores.

API (Application Programming Interface): Conjunto de protocolos que permite la comunicación e integración o comunicación entre sistemas.

5.18.3 Gestión operativa:

Orden de trabajo (OT): Documento o registro digital que formaliza una tarea de mantenimiento (preventivo o correctivo) asignada a una cuadrilla técnica.

Mantenimiento preventivo: Conjunto de actividades programadas para conservar el adecuado funcionamiento del alumbrado público y prevenir fallas.

Mantenimiento correctivo: Intervención realizada para reparar una falla ya ocurrida en el sistema de alumbrado.

SLA (Service Level Agreement / Acuerdo de Nivel de Servicio): Compromiso contractual que define los tiempos máximos de respuesta y resolución ante fallas o incidencias reportadas.

Tiempo de respuesta: Período transcurrido entre el reporte de una falla y el inicio de su atención.

Indicador / KPI (Key Performance Indicator): Métrica utilizada para evaluar el desempeño del sistema de alumbrado (ej. % de luminarias operativas, tiempo promedio de reparación, consumo energético).

5.18.4 Datos e interoperabilidad:

Interoperabilidad: Capacidad del SIAP de intercambiar y utilizar información de manera efectiva con otros sistemas de información.

Migración de datos: Proceso de traslado y adaptación de la información existente (inventario previo, bases de datos) hacia la nueva plataforma SIAP.

Trazabilidad: Capacidad del sistema de registrar el historial completo de cambios, intervenciones y eventos asociados a cada punto de luz.

5.18.5 Seguridad y protección de datos:

Cifrado de información: Mecanismo de protección que transforma los datos en un formato ilegible para terceros no autorizados, garantizando su confidencialidad.

Autenticación: Proceso mediante el cual el sistema verifica la identidad de un usuario antes de permitir su acceso.

Roles y permisos: Configuración que define los niveles de acceso y las acciones que cada tipo de usuario puede realizar dentro del sistema.

Disponibilidad (uptime): Porcentaje de tiempo en que el sistema se encuentra operativo y accesible, generalmente expresado de forma anual (ej. 99% de disponibilidad).

Actualizaciones: Actividades realizadas para implantar una nueva función.

6. CAPÍTULO VIDEO WALL DE CONTROL Y MONITOREO

6.1 Video Wall de Control

El Video Wall de Control es el componente central del sistema de visualización avanzada del CCM, diseñado para la supervisión en tiempo real, del Sistema de Información de Alumbrado Público – SIAP y/o del Sistema de telecontrol del Alumbrado Público.

Su función es centralizar la representación gráfica unificada de alarmas activas e históricas, mapas geoespaciales de la infraestructura de alumbrado, métricas operativas y de consumo energético, tableros de indicadores clave de desempeño (KPI), reportes analíticos y eventos críticos del sistema, *permitiendo una toma de decisiones ágil, informada y eficiente.*

Su implementación garantiza una gestión optimizada de los recursos de alumbrado público, análisis de datos operativos en tiempo real, correlación de eventos de múltiples

subsistemas en una sola pantalla de mando, y supervisión continua e ininterrumpida del parque de luminarias bajo gestión.

6.1.1. Especificaciones Técnicas del Sistema de Visualización

El Video Wall deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas mínimas:

- Tecnología de panel:4 Paneles industriales 46", FHD 1080p, Marco ultradelgado 3,5 mm con calibración automática de uniformidad de brillo y color entre paneles, asegurando homogeneidad superior al 95 %.
- Resolución total del Video Wall: Mínimo a resolución 4K (3840 × 2160 píxeles) o superior, (4K UHD), de acuerdo con la configuración de paneles seleccionada.
- Brillo: mayor o igual a 500 nits para entornos con iluminación controlada, con ajuste automático según condiciones del CCM. / 8000:1 o superior
- Tasa de refresco: Mínimo 60 Hz, con procesamiento de imagen libre de parpadeo (flicker-free). Con tecnología de compensación de movimiento, para proteger la salud visual de los operadores en turnos prolongados.
- Vida útil: Mínimo 50.000 horas de operación continúa certificadas por el fabricante.
- Ángulo de Visión: 160° H / 160° V
- Procesador de Video: Nodo de tele gestión Multi-View con procesamiento de video en tiempo real, con capacidad de control remoto.
- Interfaz de Conectividad: HDMI x 2, Stereo RJ-45 y RS232, USB.
- Sistema POP-OUT con extensión emergente para instalación y mantenimiento rápido. Micro ajuste multidimensional (altura, profundidad e inclinación) para alineación precisa. Bloqueo de seguridad que evita liberaciones accidentales.
  Compatible con VESA hasta 600×400 mm
- Montaje: Estructura modular con soporte VESA y sistema de fijación de seguridad.
- Switcher de señal (Matrix Switcher): Sistema modular que permita la distribución y conmutación de múltiples fuentes AV hacia el Video Wall y demás monitores operativos del CCM, con soporte mínimo de señales 4K 60Hz 4 puertos, Cambio por botones frontales, control IR o RS-232.

6.2 Ficha de especificaciones técnicas mínimas

PARAMETROS	Requisito o Especificación Mínima
Tipo de Pantallas	4 Paneles industriales 46", FHD 1080p, Marco ultradelgado 3,5 mm
Configuración	La matriz tendrá una configuración 2x2, con un ancho total de aproximadamente 2,04 metros (+/- 5 cm) y una altura total de aproximadamente 1,16 metros (+/- 5 cm),
	dependiendo de la configuración exacta del montaje y la estructura.
Resolución Máxima de la Matriz	3840x2160 píxeles (4K UHD).
Brillo y Contraste	Brillo 500 nit (opción manual, automática y programable) /
	8000:1 o superior

Ángulo de Visión	160° H/ 160° V
Frecuencia de Actualización	60 Hz nativo con tecnología de compensación de movimiento
Procesador de Video	Nodo de tele gestión Multi-View con procesamiento de video en tiempo real, con capacidad de control remoto
Interfaz de Conectividad	HDMI x 2, Stereo RJ-45 y RS232, USB
Montaje	Estructura modular con soporte VESA y sistema de fijación de seguridad.
Soporte	Soporte profesional de alta precisión para Video Wall 45"-70"
Capacidad de carga	70 kg por pantalla
Sistema	Sistema POP-OUT con extensión emergente para
	instalación y mantenimiento rápido.
	Microajuste multidimensional (altura, profundidad e inclinación) para alineación precisa.
	Bloqueo de seguridad que evita liberaciones accidentales
	Compatible con VESA hasta 600×400 mm
SWITC	Switch HDMI 4 Puertos.
	Cambio por botones frontales, control IR o RS-232
Conexión	4 fuentes HDMI a 1 pantalla
Visualización	una sola fuente a la vez
Resolución Soportada	Ultra HD 4K x 2K

7. DOCUMENTACIÓN DE ENTREGABLES DE TODOS LOS SISTEMAS DEL PROYECTO

7.1 Entregables Técnicos y Proceso de Aceptación

El contratista deberá entregar documento Técnico Consolidado completo, riguroso y revisable, que servirá como base para la evaluación, operación, mantenimiento y la validación formal del sistema. Incluir, como mínimo, los siguientes documentos:

- Diagramas de Interconexión y Arquitectura: Diagramas detallados que muestren la interconexión lógica y física entre las diferentes capas (hardware, comunicación, software) y subsistemas.
- Manuales Operacionales: Manuales completos de operación y configuración de cada componente individual, así como el manual de procedimientos del Sistema Integrado de gestión.
- Planos y Protocolos de Pruebas.
- Fichas Técnicas detalladas de los equipos instalados.
- Protocolos de Pruebas de Interoperabilidad que certifiquen la comunicación efectiva entre subsistemas.
- Licenciamiento y Legalidad del Software: Copias de licencias, certificados de autenticidad, y documentación de respaldo legal de todo el *software* implementado.

- Certificados de Conformidad: Certificados de conformidad de producto y cumplimiento normativo de todos los dispositivos de *hardware* utilizados en la solución tecnológica.

7.2 Revisión, Validación y Aprobación

El sistema integrado de monitoreo y control pasará por un proceso de validación del sistema, donde el mismo será validado técnica y funcionalmente. El objetivo es verificar la correcta interoperabilidad y el comportamiento del sistema bajo condiciones operativas.

b) Condiciones de Aprobación Formal

La Entidad sólo otorgará la Aprobación Formal y la Aceptación Final del sistema una vez que se cumplan, de forma concurrente, las siguientes condiciones:

- Se demuestre el correcto funcionamiento y la comunicación total entre todas las capas de la arquitectura.
- Se garantice la comunicación bidireccional entre el SIAP y los dispositivos electrónicos inteligentes de comunicaciones.
- Se garantice la continuidad operativa y la redundancia del sistema, según los requisitos de disponibilidad.
- Se haya entregado, revisado y aprobado la totalidad del dossier técnico consolidado y los documentos legales requeridos.

7.3 Cumplimiento Normativo (RETILAP)

Todo componente de la infraestructura (Gateway, software SIAP y nodos de control) debe cumplir con los estándares de eficiencia energética, calidad lumínica y seguridad eléctrica establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).

Requisitos de Entrega:

- Certificado de Conformidad de Producto para cada tipo de elemento.
- Hoja de Datos Técnicos de cada componente.
- Matriz de Cumplimiento que relacione los elementos instalados con los puntos específicos de la norma RETILAP.

7.4 Pruebas de Conectividad y Redundancia de la Red

Se debe demostrar que la infraestructura de red cuenta con protocolos de respaldo y mecanismos de autor reconfiguración para garantizar la continuidad operativa en caso de fallos en la comunicación.

Requisitos Operativos:

- La red debe estar instalada en Ibagué, a través de un piloto, para la prueba de funcionalidad.
- Debe presentarse un plan de red con la redundancia respectiva.

7.5 Plan de Mantenimiento y Garantía

El contratista deberá garantizar la operación continua y el soporte del sistema por un periodo de tiempo mínimo especificado. Se debe presentar un Plan Detallado de Mantenimiento (Preventivo y Correctivo) para la operación continua del sistema por un periodo mínimo de 5 años. Se deberá demostrar el cumplimiento con todos los requerimientos técnicos y funcionales establecidos en los anexos técnicos y en esta especificación para la validez de la garantía.

8 Capítulo Seguridad y Salud en el Trabajo, Seguridad Industrial y Control Operacional

8.1. Descripción

El presente capítulo establece las condiciones técnicas, legales, operativas y de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) que deberá cumplir el CONTRATISTA durante la ejecución de las actividades asociadas al suministro, implementación, comunicación, instalación, configuración, pruebas, puesta en operación y soporte del Sistema Integrado de Administración, Monitoreo y Control del Alumbrado Público del Municipio de Ibagué, incluido el software SIAP de gestión y administración, la infraestructura de comunicaciones, nodos, Gateway y el Centro de Control con Video Wall, garantizando condiciones seguras para el personal operativo, administrativo y terceros.

Las actividades objeto del contrato comprenden principalmente trabajos de campo sobre infraestructura existente de alumbrado público, intervención en postes para instalación de nodos de control de iluminación, configuración de equipos tecnológicos, adecuaciones tecnológicas del centro de control y actividades de comunicación tecnológica y operativa del sistema.

8.2. Normatividad Aplicable

El CONTRATISTA deberá cumplir integralmente la normatividad vigente aplicable en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, riesgo eléctrico, trabajo seguro en alturas, seguridad industrial y señalización preventiva, incluyendo:

- Ley 9 de 1979.
- Resolución 2400 de 1979.
- Ley 1562 de 2012.
- Decreto 1072 de 2015.
- Resolución 0312 de 2019.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE vigente.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP vigente.
- Resolución 4272 de 2021 – Trabajo Seguro en Alturas.
- Manual de Señalización Vial vigente cuando aplique intervención en espacio público o zonas de circulación.
- Normas técnicas aplicables expedidas por el Ministerio del Trabajo.
- Procedimientos y lineamientos internos establecidos por INFIBAGUÉ.
- Norma ISO 45001, considerando que INFIBAGUÉ cuenta con certificación bajo dicho estándar.

8.3 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

El CONTRATISTA deberá acreditar la implementación y funcionamiento de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), conforme a la normatividad vigente.

Como requisito previo con la firma del acta de inicio deberá presentar:

- Certificación de implementación del SG-SST.
- Autoevaluación de estándares mínimos conforme Resolución 0312 de 2019.
- Política SST firmada por el representante legal.
- Matriz de identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos.
- Procedimientos seguros de trabajo aplicables al objeto contractual.
- Plan de emergencias y atención de incidentes.
- Certificados de afiliación vigente del personal a EPS, ARL y AFP.
- Evidencia de inducción y capacitación del personal asignado al proyecto.

8.4 Personal Mínimo Requerido Técnico y Requisitos de Competencia

Las actividades de campo deberán ser ejecutadas exclusivamente por personal técnico competente y debidamente certificado.

El CONTRATISTA deberá garantizar que el personal asignado para trabajos sobre infraestructura de alumbrado público cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:

8.4.1 Técnico Electricista

- Matrícula profesional o tarjeta profesional CONTE vigente.
- Capacitación en riesgo eléctrico.
- Conocimiento de procedimientos RETIE y RETILAP aplicables.

8.4.2 Trabajo Seguro en Alturas

Cuando las actividades impliquen ascenso a postes, uso de escaleras, canastillas o intervención sobre estructuras elevadas, el personal deberá contar con:

- Certificación vigente para trabajo seguro en alturas conforme la normatividad vigente.
- Concepto médico ocupacional apto para trabajo en alturas.
- Entrenamiento en uso de sistemas de protección contra caídas.

8.4.3 Personal mínimo requerido

El contratista debe disponer del personal necesario para garantizar la ejecución contrato, no obstante, debe ofrecer de manera expresa y presentar junto con la propuesta las hojas de vida del siguiente personal que cumpla como mínimo con el siguiente perfil:

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Director General de Obra	Ingeniero Electricista y/o Ingeniero Eléctrico y/o Ingeniero Electromecánico, con matrícula profesional vigente.	1	Mínimo 10 años de experiencia profesional, contados a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Mínimo 5 años de experiencia específica en dirección, gerencia, coordinación o supervisión de proyectos de ingeniería eléctrica, alumbrado público, sistemas de control, automatización o integración de sistemas eléctricos y tecnológicos. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos relacionados con el objeto contractual.	50%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Ingeniero Residente	Ingeniero Electricista y/o Ingeniero Eléctrico y/o Ingeniero Electromecánico, con matrícula profesional vigente.	1	Mínimo 5 años de experiencia profesional, contados a partir de la expedición de la matrícula profesional.	Mínimo 3 años de experiencia específica en residencia, coordinación o ejecución técnica de proyectos de ingeniería eléctrica, alumbrado público, instalación de equipos eléctricos, sistemas de control, automatización o infraestructura de comunicaciones asociada a sistemas eléctricos. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos relacionados.	100%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Desarrollador de Software 1	Profesional en Administración de Empresas, Ingeniería Industrial, Economía, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicaciones o Ingeniería Electrónica.	1	Mínimo 5 años de experiencia profesional o laboral relacionada con tecnologías de información, análisis de sistemas, desarrollo de software, gestión de procesos tecnológicos o implementación de soluciones informáticas.	Mínimo 3 años de experiencia específica en análisis, diseño, desarrollo, configuración, parametrización, implementación o integración de software de gestión. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos relacionados con plataformas web, bases de datos, GIS, APIs, gestión de activos, órdenes de servicio o integración tecnológica.	50%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Desarrollador de Software 2	Profesional en Administración de Empresas, Ingeniería Industrial, Economía, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicaciones o Ingeniería Electrónica.	1	Mínimo 3 años de experiencia profesional o laboral relacionada con sistemas de información, gestión de datos, desarrollo de software, implementación de aplicaciones o soluciones tecnológicas.	Mínimo 2 años de experiencia específica en configuración, desarrollo, integración, pruebas, migración o administración de plataformas de información. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos relacionados con sistemas de información, bases de datos, inventarios, GIS, órdenes de trabajo o integración de dispositivos.	50%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Coordinador de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)	Profesional en Salud Ocupacional y/o Administración en Salud Ocupacional y/o profesional en cualquier área con posgrado en HSEQ o Seguridad y Salud en el Trabajo.	1	Mínimo 5 años de experiencia laboral en actividades de Seguridad y Salud en el Trabajo, gestión de riesgos laborales, HSEQ o coordinación de seguridad industrial.	Mínimo 3 años de experiencia específica como coordinador, responsable o profesional de SST en proyectos de construcción, instalación, mantenimiento, infraestructura eléctrica, alumbrado público, trabajos en alturas o actividades de campo. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos relacionados.	50%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Técnico Electricista	Técnico Electricista con matrícula o tarjeta profesional CONTE vigente.	4	Mínimo 3 años de experiencia laboral en instalaciones eléctricas, mantenimiento eléctrico, alumbrado público, montaje de equipos o infraestructura eléctrica.	Mínimo 2 años de experiencia específica en instalación, mantenimiento, montaje, conexión, diagnóstico o puesta en servicio de sistemas eléctricos y/o alumbrado público. Deberá acreditar participación en mínimo 2 proyectos o contratos relacionados.	100%

Cargo	Formación académica / Perfil profesional	Cant	Experiencia general	Experiencia específica	Dedicación mínima
Auxiliar Electricista	Personal con conocimientos y experiencia en apoyo a labores eléctricas.	4	Mínimo 2 años de experiencia laboral general en construcción, mantenimiento, montaje, apoyo operativo o infraestructura.	Mínimo 1 año de experiencia específica en apoyo a actividades de instalaciones eléctricas, alumbrado público, mantenimiento de infraestructura eléctrica, montaje de equipos o labores de campo relacionadas. Deberá acreditar participación en mínimo 1 proyecto o contrato relacionado.	

8.4.4 Conformación de Cuadrillas Operativas

Para la ejecución de las actividades de campo, el contratista deberá disponer mínimo de 4 cuadrillas para garantizar el cumplimiento de los plazos contractuales. Cada cuadrilla estará conformada como mínimo por:

Integrante	Cantidad
Técnico Electricista con tarjeta CONTE vigente	1
Auxiliar Electricista	1
Operador de Grúa o carro canasta	1

8.5 Herramientas Y Equipos

El contratista debe garantizar que contará con el equipo suficiente, adecuado para atender el desarrollo normal de la instalación en el plazo propuesto. Todos los equipos deben estar en óptimas condiciones de operación durante el transcurso de la obra. El Instituto exige que se deba garantizar mediante certificación el siguiente equipo mínimo de trabajo:

Equipo	Especificación Mínima	Cantidad	Disponibilidad
Camionetas y/o Campero	Modelo igual o superior a 2020, Cilindraje mayor o igual a 2200 cc, servicio publico	Mínimo 1	Para todo el proyecto hasta su liquidación
Escalera Dieléctrica de Extensión	Escalera certificada mínimo 24 peldaños 7.4 mts	Mínimo 4	Requerido para la fase de instalación de los equipos externos (nodos, Gateway) y cuando la entidad contratante lo requiera durante el desarrollo del contrato.
Grúa Articulada con Canasta y/o Carro Canasta	El vehículo debe ser modelo 2014 o superior, debe tener certificado vigente de inspección para equipos Izaje, debe presentar documentación vigente de SOAT, revisión tecnicomecanica y de gases.	Mínimo 4	Requerido para la fase de instalación de los equipos externos (nodos, Gateway) y cuando la entidad contratante lo requiera durante el desarrollo del contrato.

El equipo escalera dieléctrica de extensión y Grúa articulada con canasta y/o Carro canasta, debe ser para cada cuadrilla de trabajo que utilice el contratista.

El personal y equipo será verificado por la interventoría del contrato en el sitio de trabajo. Este personal deberá seguir estrictas instrucciones impartidas por los profesionales especializados del proyecto.

Los trabajos objeto del contrato serán realizados de acuerdo con las especificaciones técnicas entregadas por la entidad; y con las actividades que surjan y que no estén previstas, necesarias para el cumplimiento del objeto del contrato en el momento de la ejecución de este deben contar con autorización previa de la interventoría.

En todo caso el contratista deberá garantizar la disponibilidad de personal y maquinaria necesarios para cumplir con el objeto contractual durante el plazo establecido y el discriminado en las obligaciones.

8.6 Elementos de Protección Personal – EPP

El contratista deberá suministrar y exigir el uso obligatorio de los elementos de protección al personal requerido para cada actividad, garantizando que estos se encuentren certificados y en adecuado estado de funcionamiento.

Como mínimo deberá disponerse de:

- Casco dieléctrico.
- Guantes de protección eléctrica.
- Gafas de seguridad.
- Botas dieléctricas.
- Chaleco reflectivo.
- Arnés de seguridad certificado.
- Eslingas y líneas de vida.
- Ropa de trabajo adecuada para labores eléctricas.
- Elementos de señalización preventiva.

8.7 Condiciones de Seguridad para Actividades en Campo

Durante la ejecución de actividades sobre postes y demás infraestructura del sistema de alumbrado público, el contratista deberá implementar controles operacionales y medidas preventivas que minimicen riesgos al personal y terceros.

Como mínimo deberá garantizar:

- Delimitación y señalización del área de trabajo.
- Verificación de condiciones seguras previo al ascenso.
- Aseguramiento de escaleras y equipos de elevación.
- Uso permanente de sistemas de protección contra caídas.
- Control del riesgo eléctrico.
- Herramientas y equipos certificados.
- Comunicación permanente entre cuadrillas de trabajo.
- Implementación de medidas de seguridad para trabajo nocturno cuando aplique.

En caso de requerirse ocupación parcial de vía, espacio público o zonas de circulación peatonal o vehicular, el contratista deberá implementar las medidas de señalización preventiva y control operacional necesarias conforme a la reglamentación vigente y las disposiciones de la autoridad competente.

8.8 Señalización y Control Operacional

El contratista deberá implementar señalización preventiva, informativa y de seguridad durante toda la ejecución de actividades en campo.

La señalización mínima deberá incluir:

- Conos reflectivos.
- Cinta de cerramiento.
- Señales preventivas.
- Delimitación de áreas de intervención.
- Dispositivos luminosos para trabajos nocturnos cuando aplique.

Toda señalización deberá mantenerse visible y en adecuado estado durante la ejecución de las actividades.

8.9 Informes Mensuales de SST y Avance de Obra

El CONTRATISTA deberá presentar informes mensuales dirigidos a INFIBAGUÉ, los cuales deberán incluir como mínimo:

- Avance físico y técnico de las actividades ejecutadas.
- Relación de personal vinculado al proyecto.
- Evidencia del cumplimiento de requisitos SST.
- Registro de capacitaciones e inducciones realizadas.
- Inspecciones de seguridad ejecutadas.
- Reporte de incidentes, accidentes o actos inseguros.
- Registro fotográfico de actividades.
- Estado de implementación de acciones correctivas cuando se aplique.
- Evidencia de uso de elementos de protección personal.
- Actividades programadas para el siguiente periodo.

La interventoría y/o supervisión podrá solicitar información adicional relacionada con seguridad industrial, cumplimiento normativo o control operacional.

8.10 Responsabilidad del Contratista

El CONTRATISTA será responsable por la seguridad integral de su personal, equipos, herramientas y actividades ejecutadas durante el desarrollo contractual.

Igualmente será responsable por:

- El cumplimiento de la normatividad vigente aplicable.
- Los daños ocasionados a terceros o infraestructura existente.
- El incumplimiento de condiciones de seguridad industrial.
- La omisión de controles operacionales requeridos.
- El incumplimiento de obligaciones en materia de SST.

El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones aquí establecidas podrá dar lugar a requerimientos, suspensión de actividades, imposición de multas contractuales y demás acciones contractuales y legales a que haya lugar.

9. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

9.1 Obligaciones Generales

El CONTRATISTA se obliga a cumplir, además de las obligaciones previstas en los estudios previos, pliego de condiciones, minuta contractual, oferta presentada y demás documentos que hagan parte integral del proceso, las siguientes obligaciones generales:

1. Cumplir el objeto contractual conforme a las especificaciones y condiciones del Anexo Técnico, los documentos del proceso y la oferta presentada.
2. Ejecutar el contrato bajo su responsabilidad técnica, administrativa, financiera, operativa y jurídica, asegurando la implementación, comunicación, configuración, puesta en operación, soporte y estabilización del sistema central de gestión y control del alumbrado público de Ibagué.
3. Verificar, antes del inicio de la ejecución, la documentación e información suministrada por la Entidad, las condiciones de campo y los requerimientos tecnológicos del proyecto.

4. Presentar oportunamente a la interventoría, para revisión y aprobación, los planes, cronogramas, protocolos, soportes del personal y demás documentos exigidos para el inicio, desarrollo y cierre del contrato.
5. Ejecutar las actividades dentro del plazo y cronograma aprobados, con el personal, equipos, insumos y demás recursos necesarios.
6. Suministrar bienes y componentes tecnológicos nuevos, originales, funcionales, compatibles, interoperables y escalables, conforme a las especificaciones técnicas exigidas.
7. Garantizar la operación integral, continua, segura y eficiente de la solución, con interoperabilidad y capacidad de administración, monitoreo, control, trazabilidad, consulta, reporte y análisis de la infraestructura de alumbrado público de Ibagué.
8. Cumplir la normativa aplicable al objeto contractual, en materia de alumbrado público, instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, tecnologías de la información, protección de datos, seguridad de la información, seguridad y salud en el trabajo, gestión ambiental y contratación estatal.
9. Atender los requerimientos, observaciones e instrucciones de INFIBAGUÉ, a través de la supervisión y/o interventoría, relacionados con el objeto contractual y los documentos del proceso.
10. Garantizar la calidad, estabilidad, disponibilidad, seguridad y funcionamiento de la solución durante la ejecución y el término de garantía ofertado, sin perjuicio de las demás garantías legales y contractuales.
11. Responder por la idoneidad, calidad, seguridad, suficiencia, compatibilidad e interoperabilidad de los componentes tecnológicos implementados.
12. Asumir todos los costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del contrato, incluidos los correspondientes a personal, suministros, logística, implementación, conectividad, licenciamiento, capacitación, soporte, mantenimiento, garantías, seguros y permisos.
13. Mantener indemne a INFIBAGUÉ frente a reclamaciones, daños, perjuicios, sanciones y demás contingencias atribuibles al contratista, su personal, subcontratistas, proveedores o aliados tecnológicos.
14. Disponer de personal idóneo y suficiente, con la formación, experiencia, licencias, certificaciones y habilitaciones exigidas para sus actividades.
15. Cumplir las obligaciones laborales, prestacionales, de seguridad social, parafiscales y de riesgos laborales del personal vinculado, sin que exista relación laboral con INFIBAGUÉ.
16. Mantener, durante toda la ejecución contractual, la confidencialidad, reserva, integridad y seguridad de la información a la que tenga acceso con ocasión del contrato.
17. Entregar a INFIBAGUÉ la documentación generada durante la ejecución, en medios físico y digital, conforme a los formatos y condiciones definidos por la Entidad, la supervisión y/o la interventoría.
18. Suscribir las actas, informes, registros y demás documentos requeridos para el inicio, ejecución, recibo y liquidación del contrato, según corresponda.

19. Informar inmediatamente y por escrito a INFIBAGUÉ y a la interventoría cualquier situación que pueda afectar la ejecución, continuidad, calidad o plazo del contrato, con las medidas correctivas propuestas.
20. Abstenerse de modificar, suspender, sustituir o retirar componentes, personal clave, equipos, licencias o plataformas, o de alterar la arquitectura tecnológica, metodología o cronograma aprobados, sin autorización previa de la interventoría y de INFIBAGUÉ.

9.2 Obligaciones Especificas Previas al Inicio de las Actividades de Implementación

1. Presentar a la interventoría, dentro de los TRES (3) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio, el plan detallado de trabajo, cronograma de ejecución, metodología de implementación, matriz de responsabilidades, plan de comunicaciones, plan de calidad y plan de seguimiento del proyecto para su aprobación.
2. Presentar a la interventoría la documentación que acredite la vinculación del personal mínimo requerido presentado junto con la propuesta, contrato, afiliación a seguridad social y hojas de vida y demás documentos idóneos.
3. Presentar a la interventoría, dentro de los TRES (3) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio el plan de instalación, configuración, comunicación, pruebas, migración, estabilización y puesta en operación de la solución integral, incluyendo la identificación de hitos, entregables, responsables, tiempos, dependencias y criterios de aceptación para su aprobación.
4. Presentar a la interventoría, dentro de los CINCO (5) DÍAS HABILES siguientes a la firma del acta de inicio la arquitectura técnica de la solución, discriminando como mínimo: plataforma de telecontrol, software SIAP, nodos o teleceldas, gateways o concentradores, red de comunicaciones, APIs, bases de datos, licenciamiento, infraestructura cloud o SaaS, centro de control, Video Wall, seguridad de la información, respaldo y continuidad del servicio para su aprobación.
5. Presentar a la interventoría, dentro de los CINCO (5) DÍAS HÁBILES siguientes a la firma del acta de inicio la matriz de cumplimiento técnico, funcional y normativo, relacionando cada componente ofertado con las especificaciones del Anexo Técnico, las fichas técnicas mínimas, los requerimientos RETILAP, RETIE, normas de telecomunicaciones, seguridad de la información y demás estándares aplicables.
6. Presentar a la interventoría, dentro de los OCHO (8) DÍAS HÁBILES las fichas técnicas, manuales, certificados de conformidad, certificaciones de calidad, certificados de origen, documentos de licenciamiento, garantías de fabricante y demás soportes técnicos de los equipos, dispositivos, software, plataformas y componentes que serán suministrados, para su aprobación.
7. Presentar a la interventoría dentro de los CINCO (5) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio el plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, plan de emergencias, procedimientos para trabajo seguro en alturas, procedimientos eléctricos, manejo de herramientas, control operacional, entrega de EPP y demás documentos exigidos por la normativa vigente, para su aprobación.
8. Presentar a la interventoría dentro de los DIEZ (10) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio el plan de manejo ambiental y de disposición de residuos,

cuando por la ejecución de actividades de instalación o adecuación se generen residuos, empaques, elementos electrónicos, eléctricos o materiales que requieran disposición especial.

9. Presentar a la interventoría dentro de los TREINTA (30) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio el plan de capacitación dirigido al personal administrativo, técnico, operativo y demás usuarios designados por INFIBAGUÉ, indicando contenidos, duración, modalidad, perfiles, materiales, evaluaciones y certificados, de acuerdo con lo requerido por la entidad.
10. Presentar a la interventoría, dentro de los CUARENTA Y CINCO (45) DÍAS CALENDARIO siguientes a la firma del acta de inicio el plan de garantía, soporte, mantenimiento y atención de incidencias, incluyendo niveles de servicio, canales de atención, tiempos de respuesta, tiempos de solución, esquema de escalamiento, responsables, disponibilidad 24/7 y mecanismos de trazabilidad.

9.3 Obligaciones Especificas Prueba Técnica y/o Piloto

El CONTRATISTA deberá cumplir, como mínimo, las siguientes obligaciones específicas relacionadas con la prueba técnica o piloto funcional del sistema de telegestión de alumbrado público:

1. Cumplir el protocolo de pruebas definido o aprobado previamente por INFIBAGUÉ y la interventoría, incluidos metodología, alcance, ubicaciones, equipos, cronograma, responsables, criterios de aceptación, mediciones, registros, evidencias y procedimiento de cierre, con los recursos necesarios para evaluar los requisitos del Anexo Técnico.
2. Implementar un piloto funcional de SETENTA (70) nodos de control o teleceldas y un (1) Gateway o concentrador, completamente instalado, configurado, integrado y operativo, en las ubicaciones definidas por INFIBAGUÉ.
3. Disponer, antes del inicio del período de verificación, de todos los componentes, servicios, licencias y accesos del piloto, activos, configurados y operativos.
4. Ejecutar la prueba técnica dentro de los quince (15) días calendario siguientes a su puesta en funcionamiento.
5. Verificar cobertura, estabilidad de comunicaciones, conectividad entre nodos, Gateway y plataforma, detección de fallas, alarmas, eventos, reportes, mediciones eléctricas, encendido y apagado remoto, dimerización cuando aplique, latencia y disponibilidad.
6. Desarrollar la prueba en condiciones reales de operación del alumbrado público.
7. Facilitar el acompañamiento permanente de INFIBAGUÉ y la interventoría durante todas las etapas de la prueba.
8. Proporcionar a INFIBAGUÉ y la interventoría los accesos necesarios para verificar en línea la plataforma, los nodos, el Gateway, los eventos, los reportes y la trazabilidad de la información.
9. Registrar diariamente la disponibilidad, eventos, fallas, tiempos de respuesta y comunicación, mediciones eléctricas, operaciones remotas, incidencias y acciones correctivas del piloto.

10. Presentar el informe técnico de resultados con evidencias documentales, fotográficas, fílmicas y digitales, indicando el cumplimiento de cada criterio evaluado por la interventoría, para revisión y visto bueno de INFIBAGUÉ.
11. Entregar el informe final en medios físico y digital, con descripción del piloto, ubicación georreferenciada e identificación de equipos, fichas técnicas, fechas de instalación, configuración, resultados, reportes, eventos, mediciones, conclusiones, recomendaciones y soportes.
12. Subsanar, a su costo y riesgo, las fallas, deficiencias, incompatibilidades o incumplimientos de los componentes y servicios del piloto.
13. Atender las observaciones técnicas, funcionales, operativas o documentales en un plazo máximo de veinticuatro (24) horas.
14. Repetir la prueba si el primer intento no cumple los criterios mínimos, con un máximo de dos (2) oportunidades dentro del plazo previsto en el Anexo Técnico.
15. Asumir todos los costos de la prueba, incluidos suministros, transporte, instalación, configuración, conectividad, licencias, personal, herramientas, medición, retiro, reposición, ajustes, soporte e informes.
16. Abstenerse de iniciar el despliegue masivo sin la aprobación formal de la prueba por la interventoría y el visto bueno del supervisor designado por INFIBAGUÉ.
17. Sujetar la autorización del despliegue masivo a la aprobación previa de la prueba, conforme al Anexo Técnico.
18. Suscribir con la interventoría las actas de instalación, visita, prueba, observaciones, corrección y aceptación que correspondan.
19. Utilizar equipos con la misma tecnología, marca, referencia, especificaciones, protocolos y funcionalidades de los ofertados y previstos para el despliegue masivo, salvo autorización expresa de INFIBAGUÉ y la interventoría.
20. Abstenerse de sustituir equipos, protocolos, plataformas, licencias o componentes principales durante la prueba sin autorización previa y escrita de INFIBAGUÉ y la interventoría.
21. Demostrar la interoperabilidad de la solución con el software de gestión, la plataforma de telecontrol, los módulos de reportes, los tableros de monitoreo y demás componentes del proyecto.
22. Garantizar que la información de la prueba sea íntegra, trazable, verificable, exportable y consultable por INFIBAGUÉ y la interventoría.
23. Implementar medidas de seguridad informática para proteger los accesos, credenciales, datos, comunicaciones y registros de la solución.
24. Cumplir las exigencias de seguridad y salud en el trabajo, trabajo en alturas, seguridad eléctrica, señalización, control operacional, uso de elementos de protección personal y protección de terceros, conforme a la normativa vigente y al plan aprobado.
25. Responder por los daños, accidentes, pérdidas, deterioros, interrupciones del servicio y demás perjuicios a INFIBAGUÉ, al alumbrado público, a terceros o a bienes públicos o privados, imputables a la ejecución de la prueba.
26. Preservar la continuidad, seguridad, operación y calidad del alumbrado público, sin afectaciones injustificadas durante la prueba.

27. Retirar, corregir o mantener en operación los equipos del piloto, conforme a la decisión de la interventoría y al concepto técnico correspondiente.

28. Entregar a INFIBAGUÉ todos los registros, logs, reportes, alarmas, mediciones, capturas, archivos exportables, fotografías, videos, actas y demás soportes técnicos de la prueba.

29. Acatar la prohibición de iniciar el despliegue masivo ante la no aprobación de la prueba, observaciones sin corregir o incumplimiento de las funcionalidades mínimas y criterios de aceptación, sin perjuicio de las medidas contractuales correspondientes.

9.4 Obligaciones del Componente de Suministro, Instalación y Puesta en Funcionamiento de Nodos, Gateway y Componentes.

1. Suministrar los gateways, concentradores o dispositivos de comunicación, debidamente instalados, configurados y operativos, con capacidad de conectividad, transmisión de datos, gestión remota y monitoreo de los nodos de campo.

1. Garantizar la comunicación bidireccional, monitoreo remoto, gestión de alarmas y eventos, encendido y apagado, lectura de variables eléctricas, reporte de fallas y demás funcionalidades exigidas para los nodos y gateways.

2. Asegurar la compatibilidad de los dispositivos con las luminarias, redes, protocolos, conectores, comunicaciones, plataforma de telecontrol y demás componentes existentes o previstos.

3. Documentar mediante pruebas técnicas la conectividad, cobertura, comunicación, latencia, estabilidad, redundancia, interoperabilidad y operación de los dispositivos instalados.

4. Instalar los dispositivos con personal competente, herramientas adecuadas, equipos certificados y medidas de seguridad para prevenir accidentes, daños, afectaciones a terceros e interrupciones injustificadas del servicio.

5. Registrar en la plataforma cada nodo, luminaria intervenida, gateway y componente instalado, con su identificación, georeferenciación y correspondencia entre el activo físico y el registro digital.

6. Entregar el inventario de equipos instalados con ubicación, coordenadas, código de activo, serial, marca, modelo, fecha y responsable de instalación, estado operativo, pruebas realizadas y evidencia fotográfica.

7. Subsanar, sin costo adicional para INFIBAGUÉ, los defectos, fallas, incompatibilidades, incumplimientos técnicos y deficiencias de los equipos e instalaciones durante la ejecución y el período de garantía.

9.5 Obligaciones Relacionadas con el Software SIAP y Plataforma de TELECONTROL

1. Configurar el software para la gestión integral de luminarias, estructuras de soporte, redes, canalizaciones, transformadores, PQRS, activos, inventarios, mantenimientos, incidencias, indicadores y reportes.

2. Habilitar la consulta, creación, modificación, eliminación y trazabilidad de activos, usuarios, roles, permisos, configuraciones, parámetros, fallas, soluciones, órdenes de trabajo, reportes e indicadores.

3. Garantizar acceso web y móvil con autenticación segura, roles, permisos, trazabilidad de acciones, auditoría y protección de la información.
4. Parametrizar usuarios, perfiles, activos, locaciones, cuadrillas, fallas, trabajos, costos, indicadores, reportes y flujos operativos conforme a las necesidades de INFIBAGUÉ.
5. Incorporar al sistema la información entregada por INFIBAGUÉ, incluida la base de datos de más de cuarenta y seis mil (46.000) luminarias, debidamente depurada, estructurada y validada.
6. Integrar en la plataforma el monitoreo en tiempo real de las luminarias telecontroladas y la administración de las no telecontroladas.
7. Implementar copias de seguridad, recuperación, continuidad del servicio, control de accesos, cifrado y protección de datos conforme a buenas prácticas y al Anexo Técnico.
8. Cumplir los niveles de disponibilidad y servicio del Anexo Técnico, con soporte, mantenimiento, actualizaciones, continuidad operativa y atención de fallas durante la vigencia contractual y el período de garantía.
9. Entregar los manuales técnicos, de usuario, administración y operación, guías rápidas, documentación de configuración y APIs, licencias y demás soportes necesarios para el uso y administración de la solución.

9.6 Obligaciones de comunicación Tecnológica, Interoperabilidad y APIS

1. Asegurar la interoperabilidad mediante APIs, protocolos abiertos o mecanismos documentados, sin dependencias injustificadas ni restricciones para futuras integraciones.
2. Entregar la documentación de interfaces, APIs, endpoints, credenciales institucionales, parámetros de integración y manuales necesarios para la operación y comunicación del sistema.
3. Documentar las pruebas de comunicación entre componentes, incluidos escenarios, resultados, incidencias, correcciones y aceptación final.
4. Preservar la seguridad, disponibilidad, estabilidad, integridad y rendimiento de la solución durante la comunicación con sistemas de terceros previstos en el proyecto.
5. Abstenerse de imponer limitaciones por licencias, restricciones propietarias, vencimientos, dependencias, costos adicionales o condiciones técnicas no aceptadas expresamente por INFIBAGUÉ.

9.7 Obligaciones de Pruebas, Aceptación Puesta en Operación del Sistema.

1. Presentar el protocolo de pruebas de fábrica, campo, funcionalidad, conectividad, comunicación, seguridad, disponibilidad, respaldo, recuperación y aceptación del sistema.
2. Ejecutar las pruebas con acompañamiento de INFIBAGUÉ, la supervisión y/o la interventoría, con actas, registros, fotografías, reportes, resultados y concepto de cumplimiento.
3. Subsanar, sin costo adicional para la Entidad, las deficiencias de los componentes que no superen las pruebas, incluido su reemplazo cuando corresponda.

4. Obtener la aprobación formal de la interventoría sobre entregables, pruebas, configuraciones, equipos, software, licencias, integraciones, capacitaciones y puesta en operación.
5. Entregar el sistema operativo, estable, documentado, probado, parametrizado, licenciado e integrado, con recibo a satisfacción de la interventoría y visto bueno de INFIBAGUÉ.

9.8 Obligaciones de Soporte, Mantenimiento, Garantía, Stock de Reposición, Capacitación y Transferencia de Conocimiento

1. Prestar soporte técnico especializado 24/7 mediante mesa de ayuda remota, atención telefónica, sistema de trazabilidad y atención en sitio cuando se requiera.
2. Registrar las incidencias, solicitudes, mantenimientos, actualizaciones, fallas, tiempos de atención y solución, y acciones correctivas, con su respectiva trazabilidad.
3. Presentar informes mensuales de soporte, mantenimiento y operación, con indicadores, fallas atendidas, tiempos de respuesta y solución, disponibilidad, recomendaciones y acciones de mejora.
4. Reparar o reponer, sin costo adicional para INFIBAGUÉ, los equipos defectuosos suministrados durante el período de garantía.
5. Mantener, durante la ejecución y la garantía, un stock mínimo de reposición equivalente al uno por ciento (1 %) de los dispositivos de campo instalados, para atender fallas, averías, vandalismo, defectos de fabricación y demás afectaciones a la continuidad operativa.
6. Asumir todos los costos de retiro, recolección, transporte, logística, diagnóstico, reparación, reacondicionamiento, reemplazo, devolución e instalación de equipos defectuosos o en garantía.
7. Restablecer el stock mínimo en un máximo de cuarenta y ocho (48) horas desde la notificación o recolección del equipo defectuoso.
8. Presentar y ejecutar el plan de mantenimiento preventivo, correctivo, evolutivo y de actualización durante la vigencia contractual y la garantía.
9. Capacitar al personal designado por INFIBAGUÉ en administración, operación, consulta, monitoreo, reportes, gestión de activos, fallas y usuarios, uso móvil, Video Wall y demás funcionalidades.
10. Entregar los materiales, manuales, guías, presentaciones, videos y demás soportes necesarios para la transferencia de conocimiento.
11. Documentar las capacitaciones mediante evaluaciones, registros de asistencia, actas y certificaciones de participación.
12. Brindar acompañamiento durante la estabilización, con atención de dudas y ajustes de configuración necesarios para la operación autónoma por el personal de INFIBAGUÉ.

9.9 Obligaciones de Seguridad y Salud en el Trabajo

1. Cumplir la normativa vigente sobre seguridad y salud en el trabajo, riesgos laborales, trabajo en alturas, seguridad eléctrica, herramientas, equipos, señalización y control operacional.
2. Proveer los elementos de protección personal certificados y en buen estado, y exigir su uso permanente según la actividad.
3. Disponer de personal para trabajo en alturas con certificación vigente, aptitud médica y equipos certificados, bajo los procedimientos aplicables.
4. Implementar señalización, aislamiento y control de las áreas de trabajo para prevenir accidentes y proteger a peatones, vehículos, trabajadores y terceros.
5. Reportar inmediatamente incidentes, accidentes, condiciones inseguras, daños a infraestructura, afectaciones a terceros y demás eventos que comprometan la seguridad o el servicio.
6. Presentar informes mensuales de SST y avance operativo, con actividades, personal, capacitaciones, inspecciones, incidentes, acciones correctivas y cumplimiento de obligaciones.

10. FORMA DE PAGO

INFIBAGUÉ pagará al contratista el valor del contrato, en CINCO (5) pagos, previa presentación de la factura, cuenta de cobro correspondiente, certificación de cumplimiento expedida por la interventoría con visto bueno del supervisor, acreditación del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, y demás documentos exigidos por la Entidad, de la siguiente manera:

P PRIMERO PAGO: Etapa 1, Equivalente al quince por ciento (15%) del valor total del contrato, una vez el contratista haya cumplido y la interventoría haya aprobado, como mínimo, las siguientes actividades:

a) Presentación y aprobación del plan de trabajo, cronograma detallado de ejecución, metodología de implementación, plan de calidad, plan de comunicaciones, plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y demás documentos requeridos para el inicio de la ejecución contractual.
b) Presentación y aprobación de fichas técnicas, certificaciones, licencias, hojas de vida del personal mínimo requerido presentado con la propuesta, documentación técnica de los equipos, nodos, gateways, software, plataforma de telecontrol, SIAP, Video Wall y demás componentes de la solución.
c) Ejecución de la prueba técnica o piloto funcional, conforme al protocolo definido por INFIBAGUÉ y la interventoría, con la respectiva aprobación de la interventoría y visto bueno del supervisor designado por la entidad.
d) Acreditación del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, correspondiente al personal vinculado a la ejecución contractual.
e) Suscripción del acta de aprobación de la Etapa 1 por parte de la interventoría.

SEGUNDO PAGO: Etapa 2, Equivalente al veinticinco por ciento (25%) del valor total del contrato, una vez el contratista haya cumplido y la interventoría haya aprobado, como mínimo, las siguientes actividades:

a) Suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento del primer bloque de mil doscientos (1.200) nodos de telegestión, junto con los

gateways, conectividad, licencias y demás componentes de campo requeridos para su correcta operación.

b) Registro, georreferenciación, parametrización y asociación de los nodos y activos instalados en la plataforma correspondiente.

c) Verificación de comunicación bidireccional, monitoreo, control remoto, generación de alarmas, eventos, reportes, medición de parámetros eléctricos y demás funcionalidades exigidas para los equipos instalados en esta etapa.

d) Comunicación funcional de los nodos instalados con la plataforma de telecontrol, software SIAP y demás componentes tecnológicos de la solución.

e) Entrega de informe técnico de avance, inventario de equipos instalados, seriales, ubicaciones georreferenciadas, registros fotográficos, pruebas realizadas, reportes generados por la plataforma y evidencias de funcionamiento.

f) Acreditación del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, correspondiente al periodo objeto de cobro y al personal vinculado a la ejecución contractual.

g) Suscripción del acta de recibo parcial y aprobación de la Etapa 2 por parte de la interventoría.

TERCER PAGO: Etapa 3: Equivalente al veinticinco por ciento (25%) del valor total del contrato, una vez el contratista haya cumplido y la interventoría haya aprobado, como mínimo, las siguientes actividades:

a) Suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento del segundo bloque de dos mil quinientos (1200) nodos de telegestión, junto con los gateways, conectividad, licencias y demás componentes de campo requeridos para su correcta operación.

b) Registro, georreferenciación, parametrización y asociación de los nodos y activos instalados en la plataforma correspondiente.

c) Implementación, parametrización, comunicación y operación del software SIAP y/o plataforma de gestión del alumbrado público, incluyendo la carga, estructuración, validación y administración de la información de activos entregada por INFIBAGUÉ.

d) Comunicación funcional entre los nodos instalados, gateways, plataforma de telecontrol, software SIAP y demás componentes tecnológicos de la solución.

e) Verificación de disponibilidad, conectividad, interoperabilidad, reportería, gestión de activos, trazabilidad, alarmas, órdenes de trabajo, PQRS, indicadores y demás funcionalidades exigidas en el Anexo Técnico.

f) Entrega de informe técnico de avance, inventario actualizado, evidencias de comunicación, reportes generados por la plataforma, actas de pruebas y demás soportes requeridos.

g) Acreditación del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, correspondiente al periodo objeto de cobro y al personal vinculado a la ejecución contractual.

h) Suscripción del acta de recibo parcial y aprobación de la Etapa 3 por parte de la interventoría.

CUARTO PAGO: Etapa 4: Equivalente al treinta por ciento (30%) del valor total del contrato, una vez el contratista haya cumplido y la interventoría haya aprobado, como mínimo, las siguientes actividades:

a) Suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento del tercer bloque correspondiente a los seiscientos (600) nodos de telegestión restantes, con lo cual se deberá completar la instalación y operación de la totalidad de los tres mil (3.000) nodos previstos en el proyecto.

b) Culminación del suministro, instalación, configuración, comunicación y puesta en funcionamiento de la totalidad de los nodos de telegestión, gateways, software, licencias, conectividad, plataforma de telecontrol, SIAP, centro de control y Video Wall, de conformidad con el Anexo Técnico.
c) Puesta en operación integral del sistema central de gestión y control del alumbrado público, garantizando el funcionamiento articulado de todos sus componentes.
d) Ejecución y aprobación de las pruebas finales de operación, comunicación, conectividad, disponibilidad, interoperabilidad, seguridad, reportería, monitoreo, control remoto, respaldo y estabilidad del sistema.
e) Capacitación y transferencia de conocimiento al personal designado por INFIBAGUÉ, con entrega de registros de asistencia, material de capacitación, manuales y certificaciones correspondientes.
f) Entrega del dossier técnico consolidado, manuales, licencias, garantías, inventario final, base de datos actualizada, credenciales institucionales, actas de pruebas, evidencias fotográficas, reportes y demás documentación requerida para el recibo final.
g) Entrega del stock de garantía mínimo requerido a la entidad.
h) Acreditación del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, correspondiente al periodo objeto de cobro y al personal vinculado a la ejecución contractual.
i) Suscripción del acta de recibo final y aprobación de la Etapa 4 por parte de la interventoría y visto bueno de INFIBAGUE.

QUINTO PAGO: Liquidación: Equivalente al cinco por ciento (5%) del valor total del contrato, una vez se suscriba el acta de liquidación del contrato, previa verificación del cumplimiento total de las obligaciones contractuales.

Para este pago, el contratista deberá acreditar, como mínimo:

a) Cumplimiento total del objeto contractual y de las obligaciones generales y específicas.
b) Entrega de la totalidad de bienes, equipos, licencias, plataformas, software, nodos, gateways, Video Wall, documentación técnica y demás entregables contractuales.
c) Funcionamiento integral, estable y recibido a satisfacción del sistema central de gestión y control del alumbrado público.
d) Entrega y aprobación del dossier técnico final
e) Paz y salvo de obligaciones laborales, contractuales, administrativas y técnicas asociadas a la ejecución.
f) Acreditación final del pago de aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y parafiscales, cuando haya lugar, correspondiente al personal vinculado durante la ejecución contractual.
g) Vigencia, aprobación y actualización de las garantías contractuales exigidas para la etapa de liquidación y poscontractual.
h) Concepto favorable de cierre de la INTERVENTORIA.

Nota 1: Para efectos de pago, no se entenderá cumplida la instalación de nodos con la sola entrega física o montaje de los dispositivos. Cada bloque será objeto de pago únicamente cuando los nodos correspondientes se encuentren instalados, configurados, georreferenciados, asociados al activo respectivo, integrados a la plataforma de telecontrol y/o SIAP, comunicando correctamente con los gateways o concentradores, generando reportes, alarmas, eventos, mediciones y permitiendo el control remoto conforme a las especificaciones técnicas del anexo técnico.

Nota 2: Para cada pago, el contratista deberá acreditar el cumplimiento de sus obligaciones frente al Sistema de Seguridad Social Integral, riesgos laborales y aportes parafiscales, cuando haya lugar, mediante certificación suscrita por el representante legal o revisor fiscal, según corresponda, acompañada de los soportes que requiera INFIBAGUÉ y/o la interventoría. La falta de acreditación completa de dichos pagos impedirá el trámite de la cuenta correspondiente.

Nota 3: El recibo a satisfacción de cada etapa requerirá la verificación integral por parte de la interventoría de los bienes, servicios, licencias, equipos, plataformas, nodos, gateways, software, centro de control, Video Wall, comunicaciones, pruebas, capacitaciones y entregables correspondientes se encuentran debidamente suministrados, instalados, configurados, integrados, documentados, probados y en funcionamiento. La entrega física de componentes, sin su comunicación y operación efectiva, no dará lugar al pago de la etapa correspondiente.

EL INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE IBAGUÉ INFIBAGUÉ sólo adquiere obligaciones con el Contratista y bajo ningún motivo o circunstancia aceptará pagos a terceros.

Nota: *(Sólo aplica para régimen común)* De conformidad con el Numeral 7° Parágrafo 3° del artículo 4 de la Ley 1943 de 2018, "Para la celebración de contratos de venta de bienes y/o de prestación de servicios gravados por cuantía individual y superior a 3.500 UVT, estas personas deberán inscribirse previamente como responsables del Impuesto sobre las Ventas (IVA), formalidad que deberá exigirse por el contratista para la procedencia de costos y deducciones. Lo anterior también será aplicable cuando un mismo contratista celebre varios contratos que superen la suma de 3.500 UVT".

Nota: *(Sólo aplica para régimen común)* De conformidad con el Numeral 7° Parágrafo 3° del artículo 4 de la Ley 1943 de 2018, "Para la celebración de contratos de venta de bienes y/o de prestación de servicios gravados por cuantía individual y superior a 3.500 UVT, estas personas deberán inscribirse previamente como responsables del Impuesto sobre las Ventas (IVA), formalidad que deberá exigirse por el contratista para la procedencia de costos y deducciones. Lo anterior también será aplicable cuando un mismo contratista celebre varios contratos que superen la suma de 3.500 UVT".

Por lo anterior los contratistas que para el presente año superen el monto establecido o quienes ya estuvieren inscritos en el Régimen Común, deberán presentar factura de venta, con los requisitos del artículo 617 del Estatuto Tributario, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado (IVA), para cada pago

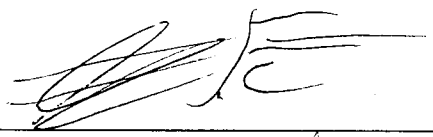
INFIBAGUÉ solo adquiere obligaciones con el contratista en el presente proceso y bajo ningún motivo o circunstancia aceptará pagos a terceros.

NOTA: Del respectivo pago, el Instituto de Financiamiento, Promoción y Desarrollo de Ibagué — INFIBAGUE, retendrá la tarifa de la Tasa pro-deporte que corresponde al 2% del valor total del contrato sin IVA, la cual se encuentra reglamentada en el Acuerdo 0017 del 2020, expedido por el Concejo Municipal de Ibagué.

11. PREVALENCIA E INTEGRALIDAD DEL ANEXO TÉCNICO

El presente Anexo Técnico hace parte integral de los documentos del proceso y del contrato que llegare a celebrarse. En caso de contradicción entre las especificaciones técnicas, obligaciones, fichas técnicas, protocolos, cronogramas, forma de pago y demás documentos contractuales, prevalecerá la interpretación que garantice la mayor funcionalidad, calidad, interoperabilidad, seguridad, continuidad operativa y protección de los intereses de INFIBAGUÉ, sin perjuicio de la aplicación de las reglas previstas en el pliego de condiciones, minuta contractual y normativa vigente.

El contratista no podrá alegar desconocimiento, ambigüedad o falta de claridad respecto de las obligaciones técnicas, funcionales, operativas, documentales, de soporte, garantía, licenciamiento, comunicación y puesta en funcionamiento previstas en el presente Anexo Técnico, por cuanto con la presentación de su oferta declara conocer, aceptar y asumir integralmente las condiciones aquí establecidas.

FUNCIONARIO / CONTRATISTA	CARGO	FIRMA
Revisión componente técnico: JUAN ESTEBAN TAPIAS BAENA	JEFE DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL	
Proyección Técnica y presupuesto: JHON EDWIN MOLINA CHAMORRO	PROFESIONAL UNIVERSITARIO 219-03 GRUPO ALUMBRADO PUBLICO - DIRECCIÓN OPERATIVA Y COMERCIAL	