



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DEL INVENTARIO DE ACTIVOS
ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO E IMPLEMENTACIÓN
DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO (SIAP) DEL
MUNICIPIO DE RIONEGRO, SEGÚN LO PREVISTO EN LA RESOLUCIÓN 40150 DE
2024 Y RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022.**

Andrés Felipe Guzmán Higueta

Informe de práctica presentado para optar al título de ingeniero electricista
Convenio de Prácticas

Asesor

Jaime Alejandro Valencia Velásquez, Doctor (PhD) en Ingeniería

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Eléctrica
Medellín, Antioquia, Colombia
2026



Cita

Guzman Higueta [1]

Referencia

Estilo IEEE (2020)

- [1] A. Guzman Higueta “Levantamiento georreferenciado del inventario de activos eléctricos del sistema de alumbrado público e implementación del sistema de información del alumbrado público (SIAP) del municipio de Rionegro”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2026



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos

Dedicatória

Dedico este logro a mi pareja, quien llegó a mi vida en el momento en que más lo necesitaba y se convirtió en un apoyo fundamental durante este camino. Este logro también es suyo, porque ha sido parte esencial de este proceso.

A mi familia, por su apoyo incondicional durante todo este proceso y por ser el motor que me impulsó a no rendirme en los momentos difíciles.

De manera especial, a mi tía y a su esposo, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación personal y académica, brindándome siempre su respaldo, confianza y motivación.

Este título también lo dedico a mi hermano menor, con el deseo de que encuentre en este camino la inspiración para creer en la educación como herramienta para salir adelante y construir su propio futuro.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su apoyo constante, comprensión y acompañamiento a lo largo de este proceso académico, lo cual ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Expreso un especial agradecimiento al ingeniero y profesor de física de ondas y campos, quien influyó significativamente en mi formación profesional al brindarme la oportunidad de iniciar en el mundo laboral y ayudarme a encontrar un mayor sentido a mi carrera de Ingeniería Eléctrica.

Asimismo, agradezco al ingeniero y jefe por su apoyo, motivación y por hacerme sentir que todo el esfuerzo ha valido la pena, este logro también es reflejo de su influencia en la etapa final de este camino, y siempre le estaré agradecido por ello.

A mis amigos, en especial a mi gran amiga, quien fue un referente importante para iniciar este proceso de educación, y a mi amigo y compañero, a quien valoro profundamente por su amistad y apoyo durante esta etapa.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	14
A. Objetivo general	14
B. Objetivos específicos	14
III. MARCO TEÓRICO	15
Sistema de Alumbrado Público	16
Inventario georreferenciado de la infraestructura de alumbrado público	18
Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del alumbrado público	19
Plataformas para la visualización y análisis de la información: ArcGIS Online y Power BI	20
IV. METODOLOGÍA	23
V. ANÁLISIS DE RESULTADOS	24
Validación y análisis del levantamiento georreferenciado.....	24
Seguimiento y análisis del inventario del sistema de alumbrado público.....	28
Acompañamiento técnico y visitas a campo	37
Elaboración del Manual de identificación de infraestructura de alumbrado público.....	40
Depuración y estandarización de la información del inventario	41
Control de calidad y validación automatizada de los activos.....	43
Organización e integración de la geodatabase institucional.....	46
Implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP)	47
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	52
ANEXOS.....	53

LISTA DE TABLAS

TABLA I INVENTARIO DE CAJAS ELÉCTRICAS DIAGNOSTICADAS.	33
TABLA II INVENTARIO DE LUMINARIAS DIAGNOSTICADAS	34
TABLA III DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS POR FABRICANTE	35
TABLA IV INVENTARIO DE POSTES DIAGNOSTICADOS.....	36
TABLA V INVENTARIO DE TRANSFORMADORES DIAGNOSTICADOS	37

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Visualización del inventario de alumbrado público en ArcGIS Online	25
Fig. 2. Identificación de inconsistencias en los atributos registrados en la base de datos del inventario de luminarias	25
Fig. 3. Luminaria sin etiqueta de potencia	26
Fig. 4. Luminaria sin rótulo de identificación ni etiqueta de potencia.....	26
Fig. 5. Inventario de Rionegro sin conexión	28
Fig. 6. dashboard desarrollado en ArcGIS Online	29
Fig. 7. Interfaz del inventario de cajas y transformadores desarrollada en Power BI.....	30
Fig. 8. Interfaz del inventario de luminarias desarrollada en Power BI.....	31
Fig. 9. Interfaz de visualización del inventario de postes desarrollada en Power BI.....	32
Fig. 10. Verificación del levantamiento de información en campo	38
Fig. 11. Acompañamiento técnico al personal	38
Fig. 12. Proceso de verificación y registro de información.	39
Fig. 13. Portada Manual de Identificación	41
Fig. 14. Estandarización de datos.....	42
Fig. 15. Identificación de cajas de alumbrado público.....	44
Fig. 16. Identificación de luminarias.....	45
Fig. 17. identificación de postes.....	46
Fig. 18. identificación de transformadores.....	46
Fig. 19. Visualización general de los activos.....	47
Fig. 20. Visualización general del SIAP del municipio de Rionegro.	49

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AP	Alumbrado Público
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
GIS	Geographical Information Systems
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite
LED	Light Emitting Diode
MH	Metal Halide
Na	Sodio
PQRS	Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
SIAP	Sistema de Información de Alumbrado Público
UdeA	Universidad de Antioquia

RESUMEN

El presente informe describe el desarrollo de la práctica académica orientada al levantamiento georreferenciado del inventario de activos del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro y al apoyo a la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP). Esto se realiza en cumplimiento de la resolución por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Resolución 40150, 2024), del Ministerio de Minas y Energía y la resolución CREG por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público (CREG, 2022).

La metodología empleada se basó en el uso de dispositivos con tecnología GNSS y de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en particular la plataforma ArcGIS Online, para la captura, validación, depuración y gestión de los datos recolectados en campo. Mediante este proceso se realizó el diagnóstico y el registro georreferenciado de aproximadamente 21.657 puntos luminosos distribuidos en el área del municipio.

Como resultado del proyecto, se consolidó una geodatabase con los datos espaciales y los atributos técnicos de la infraestructura de alumbrado público del municipio, y se desarrollaron tableros de control en Power BI y en ArcGIS Online que permiten el seguimiento y el análisis del inventario. Adicionalmente, se elaboró un manual de identificación de la infraestructura de alumbrado público que facilita el reconocimiento en campo de luminarias, brazos y soportes, garantizando una mejor calidad de la información.

El desarrollo de esta práctica fortalece la gestión técnica y administrativa del servicio de alumbrado público al proporcionar información geoespacial confiable que apoya la planificación, la operación, la modernización y la expansión del sistema.

Palabras clave — alumbrado público, sistemas de información geográfica (SIG), georreferenciación, SIAP, infraestructura, geodatabase.

ABSTRACT

This report describes the development of the academic internship aimed at the georeferenced surveying of the asset inventory of the Public Lighting System of the municipality of Rionegro, as well as supporting the implementation of the Public Lighting Information System (SIAP). This is carried out in compliance with the resolution by which the Technical Regulation of Lighting and Public Lighting (RETILAP) is modified (Resolution 40150, 2024), issued by the Ministry of Mines and Energy, and the CREG resolution that establishes the methodology for determining the maximum costs for the provision of the public lighting service (CREG, 2022).

The methodology used was based on the use of devices with GNSS technology and Geographic Information System (GIS) tools, particularly the ArcGIS Online platform, for the capture, validation, cleaning, and management of the data collected in the field. Through this process, the diagnosis and georeferenced registration of approximately 21,657 lighting points distributed across the municipality were carried out.

As a result of the project, a geodatabase was consolidated containing the spatial data and the technical attributes of the public lighting infrastructure of the municipality, and dashboards were developed in Power BI and ArcGIS Online to enable monitoring and analysis of the inventory. Additionally, a manual for the identification of public lighting infrastructure was prepared, facilitating the field recognition of luminaires, brackets, and supports, ensuring better data quality.

The development of this internship strengthens the technical and administrative management of the public lighting service by providing reliable geospatial information that supports the planning, operation, modernization, and expansion of the system.

Keywords — public lighting, geographic information systems (GIS), georeferencing, SIAP, infrastructure, geodatabase.

I. INTRODUCCIÓN

La prestación del servicio de alumbrado público en Colombia responde a un mandato constitucional orientado a garantizar el bienestar general y la seguridad en el espacio público. En este sentido, de acuerdo con los artículos 311 y 365, les corresponde a los municipios la prestación de los servicios públicos definidos por la ley, bajo el principio de que el Estado debe asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio.

En el caso específico del alumbrado público, el Decreto 943 [1], que modifica el Decreto 1073 [2], lo define como un servicio público no domiciliario inherente al servicio de energía eléctrica, destinado a proporcionar visibilidad al espacio público urbano y rural. En consecuencia, los municipios son responsables de la administración, operación, mantenimiento, modernización y expansión del sistema, ya sea de manera directa o a través de terceros, en el marco regulatorio establecido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en particular mediante la Resolución CREG 101 013 de 2022 [3].

Ahora bien, el fundamento técnico del presente proyecto se basa en la actualización del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (Resolución 40150, 2024) del Ministerio de Minas y Energía. Este reglamento establece la obligación de que los municipios deben contar con un Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), que debe estructurarse como una base de datos georreferenciada y sistematizada del inventario de activos del sistema de alumbrado público. El cual debe permitir el control integral de la infraestructura, el seguimiento de las actividades de operación y mantenimiento, así como la consulta y la gestión de la información técnica del servicio [4].

De la misma forma, la resolución establece que los municipios que cuenten con más de 2.000 puntos luminosos deberán disponer de un sistema de consulta de información con acceso en línea que facilite la gestión del inventario y el seguimiento de las actividades relacionadas con la prestación del servicio. En este contexto, el municipio de Rionegro debe cumplir con este requisito normativo, dado que su sistema de alumbrado público supera los 21.000 puntos luminosos instalados.

Por otra parte, de acuerdo con los criterios de clasificación establecidos en el Decreto de Ley 2106 de 2019, los municipios de Colombia se agrupan según su población e ingresos corrientes de libre destinación. Dentro de esta clasificación, los municipios de primera categoría corresponden

a aquellos con población entre 100.001 y 500.000 habitantes y con ingresos corrientes anuales superiores a 100.000 y hasta 400.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes [5]. En este sentido, el municipio de Rionegro se encuentra clasificado en categoría primera, lo cual implica el cumplimiento de obligaciones regulatorias adicionales en materia de gestión del sistema de alumbrado público.

En particular, la Resolución CREG 101 013 de 2022, en su artículo 39, establece que los municipios y distritos clasificados en categorías especial, primera y segunda deben implementar y certificar un Sistema de Gestión de Activos de Alumbrado Público conforme a la norma ISO 55001 (ISO, 2014), en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de dicha resolución [3]. En este contexto, el levantamiento georreferenciado del inventario de activos y la estructuración del SIAP se constituyen en un insumo fundamental para avanzar en el cumplimiento de esta exigencia normativa, al permitir la identificación, caracterización y control de los activos que conforman el sistema.

En cumplimiento de esta disposición reglamentaria, el municipio de Rionegro inició el proyecto de actualización del aforo de la infraestructura de alumbrado público, el cual contempla el levantamiento georreferenciado del inventario de activos y la estructuración del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP).

Teniendo en cuenta lo anterior, el alcance del proyecto comprende la ejecución técnica del levantamiento georreferenciado del inventario de activos del sistema de alumbrado público y la estructuración de una base de datos geográfica que permita organizar y gestionar la información técnica asociada a cada uno de los componentes de la infraestructura. Este proceso incluye la identificación, caracterización y registro de diferentes elementos del sistema, tales como luminarias, estructuras de soporte o postes, acometidas, cajas de alumbrado público y transformadores.

En primer lugar, se identifican las luminarias y se registran atributos como el tipo de fuente lumínica (LED, sodio de alta presión, halogenuros metálicos, entre otros), tipo de luminaria (tipo AP, Ornamental, Proyector), potencia, tipo de control de encendido (múltiple o individual), tipo de espacio iluminado (vías vehiculares, parques, senderos peatonales, zonas verdes, escenarios deportivos o ciclovías), rotulo de identificación, altura de montaje estado de la luminaria y observaciones técnicas relevantes. Además, se incluye información asociada al brazo, incluyendo el tipo, estado general, estado de la fijación y dimensiones.

De igual manera, se incluye el registro de las estructuras de soporte o postes, identificando características como la clase de poste (circular, octogonal, hexagonal, Carabobo, bailarina, riel, torrecilla, etc.), el material, la longitud, el estado general, el número de luminarias instaladas y su clasificación según el uso, ya sea exclusivo para alumbrado público o compartido con otras redes eléctricas.

Simultáneamente, se registra la red de alimentación del sistema, determinando el tipo de instalación (aérea, subterránea o canalizada) y el tipo de acometida (encauchetado, dúplex, neopreno, etc.). Asimismo, se realiza la caracterización de las cajas de alumbrado público y de las ducterías, especificando si son del municipio o de particulares, de uso exclusivo o compartido, el estado general, tipo de material, símbolo de riesgo eléctrico y si cuentan con tornillos antivandálicos y/o tapones de protección.

En cuanto a los transformadores, se identifican aquellos de uso exclusivo para el sistema de alumbrado público y los compartidos con el operador de red, registrando información relacionada con su capacidad nominal, el estado general de cada uno y las observaciones técnicas relevantes. Esta información resulta fundamental para el análisis de los índices de calidad del servicio de energía, tales como SAIDI y SAIFI.

Como complemento del levantamiento georreferenciado y de la estructuración del SIAP, el proyecto contempla la consolidación de una base de datos geográfica con información técnica detallada de los activos del sistema y la implementación de herramientas de visualización y análisis de datos, tales como dashboards y aplicaciones de consulta. Estas herramientas permiten integrar la información espacial con los atributos técnicos registrados durante el diagnóstico en campo, facilitando la gestión de la infraestructura, el seguimiento del estado del sistema y el análisis de indicadores asociados al inventario.

Finalmente, el presente informe tiene como propósito describir el proceso de acompañamiento técnico realizado durante el levantamiento georreferenciado del inventario de activos del sistema de alumbrado público del municipio de Rionegro, así como el apoyo brindado en la estructuración del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP). De esta manera, se busca contribuir al fortalecimiento de la gestión técnica del sistema mediante la consolidación de información geoespacial confiable que facilite la planeación, la operación y el mantenimiento del sistema.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar y validar el levantamiento georreferenciado del inventario de activos eléctricos del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, mediante la implementación de procesos de supervisión, evaluación y estructuración de la información correspondiente a los 21.657 puntos luminosos en la geodatabase institucional IDERio, para garantizar la calidad, consistencia y cumplimiento de los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución 40150 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía.

B. Objetivos específicos

Analizar la calidad técnica del levantamiento georreferenciado del inventario de la infraestructura de alumbrado público del municipio de Rionegro, mediante la verificación de la correcta captura de la información técnica y geoespacial durante las actividades de diagnóstico en campo, para asegurar la confiabilidad de los datos recolectados.

Desarrollar y optimizar la estructuración, depuración e integración de la información geoespacial del inventario de alumbrado público en la geodatabase institucional de IDERio, mediante la aplicación de criterios de estandarización y control de calidad, para garantizar la consistencia y compatibilidad de los datos para su consulta y análisis.

Apoyar la implementación y puesta en operación del Sistema de Información del Alumbrado Público (SIAP) en la plataforma ArcGIS, mediante la configuración de herramientas de visualización y gestión, como dashboards y aplicaciones móviles.

III. MARCO TEÓRICO

La práctica profesional desarrollada se fundamentó en el marco normativo que regula la prestación del servicio de alumbrado público en Colombia, el cual establece las condiciones técnicas, operativas y administrativas necesarias para garantizar una adecuada gestión de la infraestructura asociada a este servicio. En particular, el desarrollo del proyecto se soporta en las disposiciones establecidas en el RETILAP, resolución 40150 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía [4], así como en la Resolución CREG 101 013 de 2022, que establece lineamientos relacionados con la administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público [3].

Adicionalmente, se tomaron como referencia los lineamientos técnicos establecidos en el Manual de Procedimientos de Alumbrado Público del distrito de Medellín [6] y el Manual de alumbrado público del municipio de Rionegro [7], documentos que definen los criterios para la identificación, clasificación y gestión de los elementos que conforman la infraestructura del sistema de alumbrado público. A partir de estos documentos se desarrolló una adaptación metodológica orientada a la infraestructura de alumbrado público presente en el municipio de Rionegro, esto permitió estructurar un manual de identificación de infraestructura utilizado durante el levantamiento en campo. Este manual se diseñó como una herramienta de apoyo para reconocer y clasificar los diferentes tipos de luminarias, brazos y soportes existentes en el sistema, facilitando la estandarización de los registros y la validación de la información recopilada durante el proceso de levantamiento.

De esta manera, el marco teórico del proyecto integra tanto los lineamientos normativos nacionales como herramientas metodológicas orientadas a la gestión de activos de alumbrado público. Estos fundamentos teóricos permiten sustentar las actividades relacionadas con el levantamiento georreferenciado del inventario, la estructuración de la base de datos del sistema y la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), así como el uso de herramientas tecnológicas para la gestión y visualización de la información, tales como plataformas de sistemas de información geográfica y herramientas de análisis de datos.

Sistema de Alumbrado Público

La prestación del servicio de alumbrado público en Colombia se encuentra regulada por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público del Ministerio de Minas y Energía. Este reglamento establece los requisitos técnicos, operativos y administrativos que deben cumplir los responsables del servicio, en concordancia con lo dispuesto en el Decreto 943 de 2018, el cual modifica el Decreto 1073 de 2015 y compila las disposiciones establecidas en el Decreto 2424 de 2006 relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público [8].

De acuerdo con lo establecido en el RETILAP, los municipios y distritos, como responsables de la prestación del servicio, deben desarrollar procesos de planificación y gestión que garanticen la adecuada administración, operación y mantenimiento de la infraestructura del sistema. En este sentido, las entidades territoriales deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple, entre otros aspectos, la expansión del sistema, los estudios de factibilidad técnica, el desarrollo de proyectos de ingeniería de detalle y la articulación con los planes de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, garantizando además el cumplimiento de la normativa vigente relacionada con el uso eficiente de la energía.

Adicionalmente, el marco normativo colombiano establece una clasificación de los municipios con base en criterios de población e ingresos corrientes de libre destinación, conforme a lo dispuesto en el Decreto Ley 2106 de 2019 [5]. Dentro de esta clasificación, los municipios de primera categoría corresponden a aquellos con población entre 100.001 y 500.000 habitantes y con ingresos corrientes anuales superiores a 100.000 y hasta 400.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Esta categorización no solo define aspectos administrativos, sino que también implica el cumplimiento de obligaciones específicas en materia de gestión de los servicios públicos.

En este contexto, la Resolución CREG 101 013 de 2022 establece disposiciones particulares para los municipios clasificados en categorías especial, primera y segunda. En su artículo 39 se determina que estas entidades territoriales deben implementar y certificar un Sistema de Gestión de Activos de Alumbrado Público conforme a la norma ISO 55001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la resolución. Esta exigencia introduce un enfoque basado en la gestión integral de activos, orientado a optimizar el desempeño, la confiabilidad y la sostenibilidad de la infraestructura del sistema [3].

Bajo este enfoque, el levantamiento georreferenciado del inventario de activos y la estructuración de un sistema de información confiable se convierten en elementos fundamentales para el cumplimiento de dicha normativa, ya que permiten identificar, caracterizar y gestionar de manera adecuada los componentes del sistema de alumbrado público.

Como parte de los mecanismos de gestión establecidos en el reglamento, todos los municipios deben contar con un Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), el cual tiene como finalidad consolidar la información técnica y operativa del sistema en una plataforma que permita su consulta, actualización y análisis. Este sistema debe estructurarse como una base de datos georreferenciada que contenga el inventario de los equipos que conforman la infraestructura del servicio, así como información gráfica y registros asociados a las actividades de modernización, expansión y mantenimiento del sistema.

El SIAP debe permitir el control del inventario de la infraestructura del sistema de alumbrado público, el seguimiento a las actividades de operación y mantenimiento, la identificación de las fallas que se presenten en los diferentes componentes del sistema y el registro de las acciones correctivas y preventivas que se implementen. Así mismo, el sistema debe facilitar la supervisión de la actualización del inventario y el análisis de la información por parte de la interventoría, contribuyendo al mejoramiento continuo del servicio

De acuerdo con lo establecido en el RETILAP, la información registrada en el sistema de información debe incluir los principales componentes que conforman la infraestructura del alumbrado público. Entre estos se encuentran las luminarias, las estructuras de soporte o postes, las redes de alimentación, las canalizaciones y los transformadores asociados al sistema. Para cada uno de estos elementos se deben registrar características técnicas relevantes, tales como el tipo de tecnología de iluminación, la potencia de las luminarias, el tipo de estructura de soporte, las características de la red eléctrica y la ubicación geográfica de los puntos luminosos mediante sistemas de georreferenciación.

La consolidación de esta información permite fortalecer los procesos de administración, operación y mantenimiento del sistema, ya que facilita el control del inventario de los activos, el seguimiento a las labores de expansión y mantenimiento, la identificación de la ubicación geográfica de cada punto luminoso y el apoyo a la toma de decisiones relacionadas con la gestión del servicio de alumbrado público a nivel municipal.

Inventario georreferenciado de la infraestructura de alumbrado público

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), el sistema de información de alumbrado público debe contar con un inventario detallado de los elementos que conforman la infraestructura del servicio, el cual debe estructurarse como una base de datos georreferenciada que permita registrar y consultar la información técnica asociada a cada componente del sistema.

Este inventario constituye una herramienta fundamental para la gestión del alumbrado público, ya que permite mantener información actualizada sobre la ubicación, características técnicas y estado de los diferentes activos que conforman el sistema. Según lo establecido en el RETILAP, la información registrada debe facilitar el control del inventario de la infraestructura existente, el seguimiento a las labores de expansión, operación y mantenimiento, así como el análisis de la información necesaria para apoyar los procesos de toma de decisiones por parte de las entidades responsables del servicio.

Dentro del sistema de información, el inventario debe permitir la identificación individual de cada punto luminoso mediante un número único de rótulo registrado en la base de datos, así como la ubicación geográfica precisa de los elementos que componen la infraestructura del sistema. La georreferenciación de los activos permite visualizar espacialmente la distribución de las luminarias y demás componentes de la red, facilitando las labores de mantenimiento, supervisión y planificación del sistema de alumbrado público (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

De acuerdo con el RETILAP, el inventario debe incluir información relacionada con los principales componentes de la infraestructura del sistema, entre los cuales se encuentran las luminarias, las estructuras de soporte o postes, las redes de alimentación, las canalizaciones y los transformadores asociados al sistema. Para cada uno de estos elementos se deben registrar características técnicas relevantes, tales como el tipo de tecnología de iluminación, la potencia de las luminarias, el tipo de estructura de soporte, las características de la red eléctrica y la identificación del transformador de distribución al cual se encuentra conectada cada luminaria [4].

En el marco del levantamiento del inventario del sistema de alumbrado público del municipio de Rionegro, se evidenció la presencia de luminarias de diferentes fabricantes y tecnologías, así como casos en los que las placas de identificación de los equipos no se encontraban disponibles o no permitían identificar claramente la potencia o referencia del equipo instalado. Esta

situación hacía necesario contar con una herramienta que permitiera apoyar el proceso de identificación de la infraestructura durante el trabajo de campo.

Por esta razón, durante el desarrollo de la práctica profesional se elaboró un manual de identificación de infraestructura del sistema de alumbrado público, el cual fue estructurado tomando como referencia criterios técnicos utilizados en otros manuales de gestión de alumbrado público y adaptándolos a las condiciones del sistema del municipio de Rionegro. Este documento permitió estandarizar el proceso de reconocimiento en campo de luminarias, brazos y estructuras de soporte, incorporando información como registro fotográfico, imágenes de referencia de fabricantes, identificación de marca y estimación de potencia cuando esta no podía ser verificada directamente en la luminaria.

La implementación de este manual facilitó la depuración y validación de la información recopilada durante el levantamiento del inventario georreferenciado, contribuyendo a mejorar la calidad de los registros y a garantizar una mayor confiabilidad en la base de datos construida para el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) del municipio.

Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del alumbrado público

La gestión moderna de los sistemas de alumbrado público requiere el uso de herramientas tecnológicas que permitan organizar, analizar y visualizar la información relacionada con la infraestructura del servicio. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como una herramienta fundamental para la administración de activos, ya que permiten integrar información espacial con bases de datos técnicas, facilitando el análisis y la gestión de los diferentes componentes del sistema.

En el caso del alumbrado público, el uso de sistemas de información geográfica permite representar espacialmente la ubicación de los puntos luminosos y demás elementos de la infraestructura, tales como postes, redes de alimentación y transformadores. Esta información georreferenciada facilita el análisis de la distribución del sistema, la identificación de zonas con necesidades de mantenimiento o expansión y la planificación de intervenciones sobre la infraestructura existente.

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) debe estructurarse a partir de una base de datos georreferenciada que contenga el inventario de los elementos que

conforman la infraestructura del sistema. En este sentido, los sistemas de información geográfica constituyen una herramienta clave para la implementación de este sistema, ya que permiten almacenar, gestionar y visualizar la información espacial asociada a cada punto luminoso y a los demás componentes de la red.

La implementación de un sistema de información geográfica aplicado al alumbrado público permite integrar diferentes tipos de información dentro de una misma plataforma, tales como la localización geográfica de las luminarias, las características técnicas de los equipos instalados, los registros de mantenimiento, las fallas reportadas y las actividades de modernización o expansión del sistema. De esta manera, la información puede ser consultada y analizada de manera eficiente por los responsables de la administración, operación y mantenimiento del servicio.

Adicionalmente, el uso de herramientas SIG facilita la actualización permanente del inventario de la infraestructura, permitiendo registrar nuevos puntos luminosos, modificar información técnica de los equipos existentes y realizar seguimiento a las intervenciones realizadas sobre el sistema. Esto contribuye a mejorar la calidad de la información disponible y fortalece los procesos de toma de decisiones relacionados con la gestión del alumbrado público.

En el marco del levantamiento georreferenciado realizado para el municipio de Rionegro, el uso de plataformas de sistemas de información geográfica permitió estructurar la base de datos espacial del inventario del sistema de alumbrado público, integrando la información recopilada en campo con herramientas digitales que facilitan su almacenamiento, actualización y análisis. Esta información constituye la base para el desarrollo y fortalecimiento del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) del municipio.

Plataformas para la visualización y análisis de la información: ArcGIS Online y Power BI

La gestión de la información asociada a la infraestructura del alumbrado público requiere el uso de herramientas tecnológicas que permitan almacenar, analizar y visualizar grandes volúmenes de datos provenientes de procesos de levantamiento en campo, inventarios técnicos y registros de operación y mantenimiento. En este contexto, las plataformas digitales de gestión de información geoespacial y análisis de datos se convierten en herramientas fundamentales para apoyar la administración del sistema de alumbrado público.

Una de las plataformas ampliamente utilizadas para la gestión de información geográfica es ArcGIS Online [9], desarrollada por la empresa Esri, la cual permite crear, administrar y compartir

información geoespacial a través de servicios en la nube. Esta plataforma facilita la construcción de mapas interactivos, la gestión de bases de datos geográficas y la visualización de información espacial mediante aplicaciones web que permiten consultar y analizar los datos de manera dinámica.

ArcGIS Online permite estructurar la información en capas geográficas, las cuales contienen tanto la ubicación espacial de los elementos como los atributos asociados a cada registro. En el caso del sistema de alumbrado público, estas capas pueden contener información relacionada con la ubicación de luminarias, postes, redes eléctricas y demás componentes de la infraestructura, así como datos técnicos asociados a cada elemento, tales como potencia, tecnología de iluminación, fabricante, estado del equipo y registros de mantenimiento.

Adicionalmente, la plataforma permite integrar herramientas de captura de información en campo mediante aplicaciones móviles que facilitan el registro de datos georreferenciados, incluyendo coordenadas geográficas, fotografías y formularios técnicos asociados a cada punto de la infraestructura. Esta funcionalidad permite mejorar la precisión y confiabilidad de la información recopilada durante los procesos de levantamiento del inventario del sistema de alumbrado público.

Por otra parte, el análisis y la visualización de la información también pueden apoyarse en herramientas de inteligencia de negocios, como Power BI, desarrollada por Microsoft. Esta plataforma permite integrar diferentes fuentes de datos y transformarlas en paneles interactivos o dashboards que facilitan la interpretación de la información mediante gráficos, indicadores y visualizaciones dinámicas.

El uso de Power BI permite analizar la información del inventario del sistema de alumbrado público desde diferentes perspectivas, tales como la distribución de luminarias por tecnología, fabricante o potencia, el seguimiento al avance de los procesos de levantamiento de información, o la evaluación de indicadores relacionados con la operación y mantenimiento del sistema. Estas visualizaciones facilitan la comprensión de la información y apoyan los procesos de toma de decisiones por parte de las entidades responsables de la gestión del alumbrado público.

En el caso del municipio de Rionegro, la implementación de estas herramientas tecnológicas permitió integrar la información georreferenciada del inventario del sistema de alumbrado público con plataformas de análisis y visualización de datos, contribuyendo a la consolidación de una base de datos estructurada que sirve como soporte para la implementación y fortalecimiento del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP). De esta manera, el uso de sistemas de información

geográfica y herramientas de análisis de datos facilita la gestión integral de la infraestructura del sistema y mejora la capacidad de análisis y seguimiento de la información técnica asociada al servicio.

IV. METODOLOGÍA

A continuación, se plantean las actividades que se desarrollaron en función del cumplimiento de los objetivos mencionados anteriormente:

Actividad 1: Validar y analizar la calidad técnica del levantamiento georreferenciado del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, apoyado en la visualización de los datos en la plataforma ArcGIS Online.

Actividad 2: Realizar seguimiento periódico del avance del levantamiento de los puntos luminosos mediante el análisis de la información recopilada por los técnicos en campo, generando gráficas de rendimiento y reportes de avance que permitan evaluar la productividad y apoyar la toma de decisiones durante el proceso.

Actividad 3: Realizar visitas de campo para retroalimentar al personal sobre las modificaciones que se realicen en el aplicativo y atender las dudas que surjan durante el proceso.

Actividad 4: Elaborar un manual para identificar los elementos de la infraestructura de alumbrado público; brazos, luminarias y postes, con el fin de estandarizar su reconocimiento en campo y actualizar su registro en el inventario del municipio de Rionegro.

Actividad 5: Realizar la revisión y corrección de inconsistencias en la estructura de los datos del inventario, unificando formatos y campos conforme al modelo de datos definido para la geodatabase institucional.

Actividad 6: Identificar las luminarias que no cuentan con ID y asignarles un consecutivo único, garantizando su trazabilidad en el sistema y ajustando la nomenclatura inicialmente establecida.

Actividad 7: Apoyar la organización y estructuración de la información geoespacial del inventario de alumbrado público dentro de la geodatabase institucional, verificando la consistencia y correcta asociación de los atributos técnicos de cada activo.

Actividad 8: Apoyar la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) mediante la organización de capas geográficas y la generación de herramientas de visualización en ArcGIS, que faciliten la consulta y análisis del inventario de activos eléctricos.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la práctica académica, derivados de las actividades realizadas para el levantamiento georreferenciado del inventario de activos del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, así como para apoyar la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP).

Los resultados se estructuran de acuerdo con las actividades planteadas en la metodología, lo que permite evidenciar el proceso de supervisión del levantamiento de información en campo, el seguimiento del avance del inventario de puntos luminosos, la depuración y organización de los datos geoespaciales, así como la estructuración de la geodatabase institucional y el desarrollo de herramientas de visualización en la plataforma ArcGIS.

De esta manera, se presentan los principales hallazgos obtenidos durante el proceso de análisis, validación y consolidación de la información del sistema de alumbrado público, destacando los aportes realizados para mejorar la gestión técnica del inventario y fortalecer la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público en el municipio

Validación y análisis del levantamiento georreferenciado

Durante el desarrollo de la práctica académica, se llevó a cabo el proceso de validación del levantamiento georreferenciado del inventario de activos del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro. Este proceso tuvo como finalidad verificar la correcta captura de la información recolectada en campo por el personal técnico encargado del levantamiento, garantizando la calidad, consistencia y precisión de los registros geográficos asociados a los puntos luminosos del sistema.

La supervisión se realizó mediante la revisión permanente de los datos almacenados en la plataforma ArcGIS Online, que permite la visualización en tiempo real los registros generados por las personas en campo a través del aplicativo móvil utilizado para la captura de información. Esta herramienta permitió identificar la ubicación geográfica de cada activo, verificar la correspondencia entre los atributos técnicos registrados y validar la correcta georreferenciación de los puntos en el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS (CTM12), garantizando así la consistencia espacial del inventario.

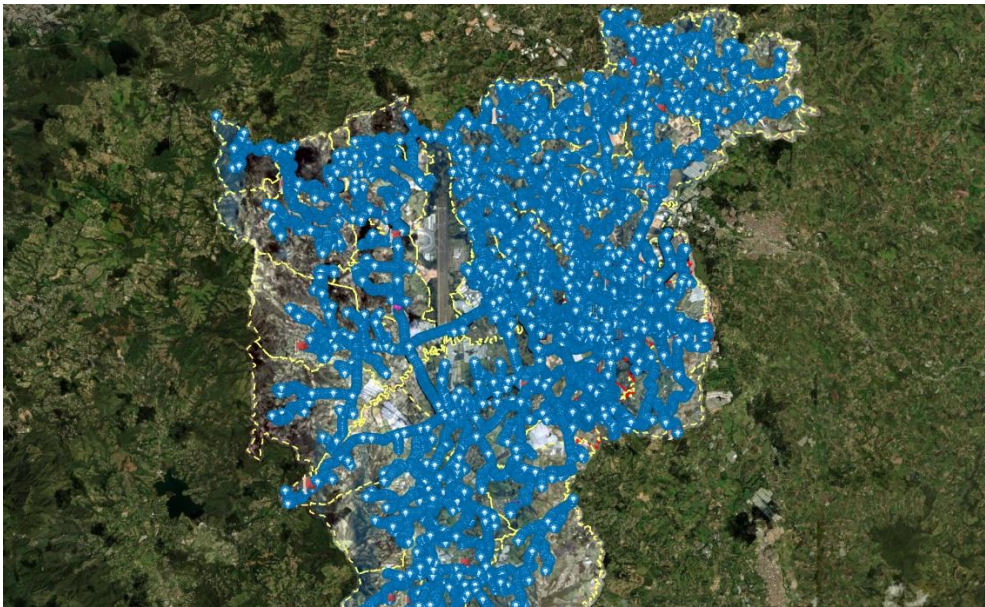


Fig. 1. Visualización del inventario de alumbrado público en ArcGIS Online

De igual manera, la plataforma permitió realizar una revisión detallada de los atributos técnicos asociados a cada registro, así como de los registros fotográficos adjuntos durante el levantamiento en campo. Este procedimiento resultó fundamental para contrastar la información registrada por los técnicos y la base de datos con la evidencia visual de los elementos inventariados, lo que permitió detectar oportunamente inconsistencias y errores en el diligenciamiento de los formularios digitales.

A ⁰ _C VEREDA_BARRIO	Y ² ₃ LATITUD	Y ² ₃ LONGITUD	A ⁰ _C ETIQUETA_ID	A ⁰ _C CERRAMIENTO	A ⁰ _C SUFJO ROTULO LUMINARIA
BARRIO_SAN ANTONIO	6,12581E+16	-7,53778E+14	NO	NO	0
BARRIO_CUATRO ESQUINAS	6,15585E+15	-7,53658E+16	SI	NO	21723
BARRIO_EL PORVENIR	6,14898E+16	-7,53791E+14	NO	NO	0
BARRIO_EL PORVENIR	6,14642E+14	-7,53793E+16	SI	NO	12320
BARRIO_EL PORVENIR	6,14722E+14	-7,53826E+15	SI	NO	1283x
BARRIO_BELCHITE	6,15415E+14	-7,5379E+14	SI	NO	1428x
VDA_CUCHILLAS DE SAN JOSÉ	6,18816E+15	-7,53977E+15	SI	NO	22224
VDA_CUCHILLAS DE SAN JOSÉ	6,18818E+15	-7,53976E+16	SI	NO	22225
BARRIO_BELCHITE	6,15114E+15	-7,53776E+16	NO	NO	124**
BARRIO_EL FARO	6,13671E+16	-7,53782E+16	SI	NO	154xx
BARRIO_EL FARO	6,1414E+15	-7,53804E+16	SI	NO	02245
BARRIO_LA MARIA	6,14149E+14	-7,53809E+15	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14161E+15	-7,5381E+14	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14182E+15	-7,5381E+16	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14177E+15	-7,53812E+16	SI	NO	19710
BARRIO_LA MARIA	6,1419E+16	-7,53814E+16	SI	NO	20582
BARRIO_LA MARIA	6,142E+15	-7,53811E+15	SI	NO	20298

Fig. 2. Identificación de inconsistencias en los atributos registrados en la base de datos del inventario de luminarias

A partir de este proceso de verificación se identificaron diversas inconsistencias en la información registrada durante el levantamiento. Entre las situaciones más frecuentes se evidenció la ausencia de algunos atributos técnicos requeridos en el aplicativo de captura de datos, tales como el número de identificación del activo (ID), la potencia de la luminaria, el fabricante o el estado operativo visual de la luminaria.

Asimismo, se detectaron inconsistencias entre los atributos registrados y el registro fotográfico asociado al activo. En varios casos, aunque el atributo del estado de la luminaria se registraba como “buen estado”, la evidencia fotográfica mostraba condiciones distintas, como luminarias deterioradas, inclinadas o con la carcasa abierta, lo que hacía necesaria su revisión y posterior corrección en la base de datos.



Fig. 3. Luminaria sin etiqueta de potencia



Fig. 4. Luminaria sin rótulo de identificación ni etiqueta de potencia

Asimismo, se identificaron inconsistencias en la caracterización de los equipos instalados. En algunos registros, el fabricante de la luminaria consignado en el aplicativo no correspondía al equipo observado en la fotografía tomada en campo. Situaciones similares se presentaron durante la identificación de los brazos de soporte, en las que el tipo de brazo registrado en el formulario no coincidía con el observado en la imagen adjunta, lo que evidencia errores en el proceso de identificación técnica de los componentes de la infraestructura.

Adicionalmente, se detectaron registros que carecían del soporte fotográfico correspondiente, requisito fundamental para la validación de la información recopilada en campo. Estas inconsistencias eran comunicadas oportunamente al personal encargado del levantamiento con el fin de realizar los ajustes necesarios en los registros o efectuar la verificación correspondiente directamente en sitio.

En efecto, estas situaciones evidenciaron la necesidad de fortalecer los procesos de control y de acompañamiento técnico durante el levantamiento de información. Por consiguiente, desde la dirección del proyecto se establecieron espacios de retroalimentación con las brigadas de campo, con el fin de socializar las inconsistencias detectadas, aclarar los criterios técnicos de identificación y reforzar los lineamientos para el diligenciamiento correcto de los formularios de captura de datos.

De la misma manera, se identificó la necesidad de desarrollar un manual para identificar los elementos del sistema de alumbrado público, que sirviera como herramienta de apoyo para el personal encargado del levantamiento en campo. Este documento técnico permitiría estandarizar los criterios de reconocimiento de los diferentes componentes de la infraestructura, como luminarias, brazos y postes, especialmente considerando que muchas luminarias instaladas no cuentan con etiquetas visibles de potencia, rótulos de identificación. Además, el sistema integra equipos de distintos fabricantes y referencias lo cual también dificultó un poco más el proceso de reconocimiento de la infraestructura. Con la adaptación de este manual de identificación se buscó reducir los errores y mejorar la confiabilidad de la información registrada.

Por otra parte, durante el proceso de levantamiento también se presentaron dificultades de conectividad en algunos sectores del municipio, lo que impedía que los técnicos cargaran la información directamente en la plataforma en tiempo real. Para mitigar esta situación, se implementó una versión del aplicativo que permitiera almacenar los registros en modo offline, de manera que la información pudiera sincronizarse posteriormente con la plataforma una vez se

contara con acceso a internet. Esta solución permitió garantizar la continuidad del proceso de levantamiento y preservar la integridad de los datos recopilados en campo

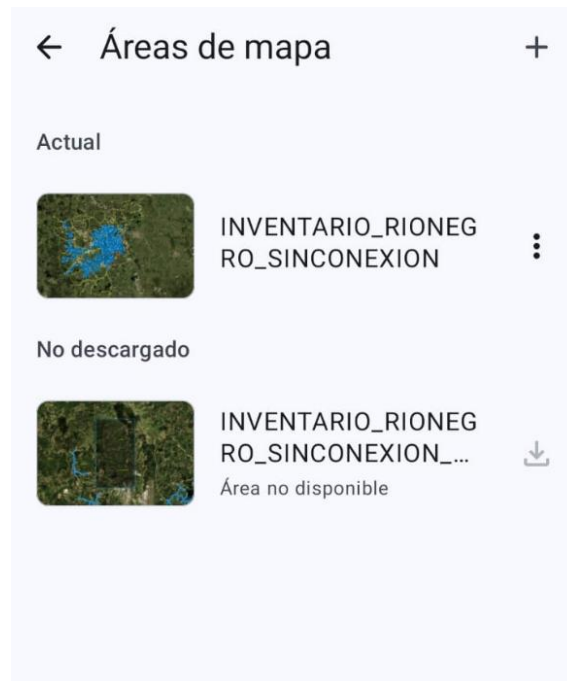


Fig. 5. Inventario de Rionegro sin conexión

Finalmente, la supervisión del levantamiento georreferenciado permitió asegurar que la información recopilada cumpliera con los lineamientos técnicos establecidos para la construcción del inventario del sistema de alumbrado público, garantizando la confiabilidad de los datos que posteriormente serían integrados en la geodatabase institucional y utilizados como base para la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) del municipio de Rionegro.

Seguimiento y análisis del inventario del sistema de alumbrado público

Con el fin de dar seguimiento al proceso de levantamiento del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, se llevó a cabo el análisis periódico de la información registrada por el personal técnico que realizó las actividades de diagnóstico en campo. Para este propósito, se implementaron tableros de control (dashboards) desarrollados en las plataformas ArcGIS Online y Power BI, que permitían visualizar y analizar los registros almacenados en la base de datos geoespacial del proyecto.

A través de estas herramientas es posible consultar y filtrar la información recopilada por distintos periodos de tiempo (meses, días), lo que facilita el seguimiento del avance del inventario de la infraestructura registrada en campo. El sistema permite, además, acceder a los atributos técnicos asociados a cada punto luminoso, tales como la potencia de la luminaria, el tipo de fuente lumínica, el fabricante, el estado del activo y el registro fotográfico, el tipo de brazo, el tipo de soporte, los materiales, etc., lo que proporciona una visión general de las características del sistema de alumbrado público diagnosticado.

En el caso del dashboard desarrollado en ArcGIS Online, esta herramienta permite acceder a la información geoespacial detallada de cada punto luminoso registrado en campo. A través de esta plataforma es posible visualizar la ubicación exacta de cada elemento diagnosticado dentro del municipio, consultar sus atributos individuales y validar el registro fotográfico asociado a cada activo, lo que facilita la verificación de la información recopilada durante el proceso de diagnóstico

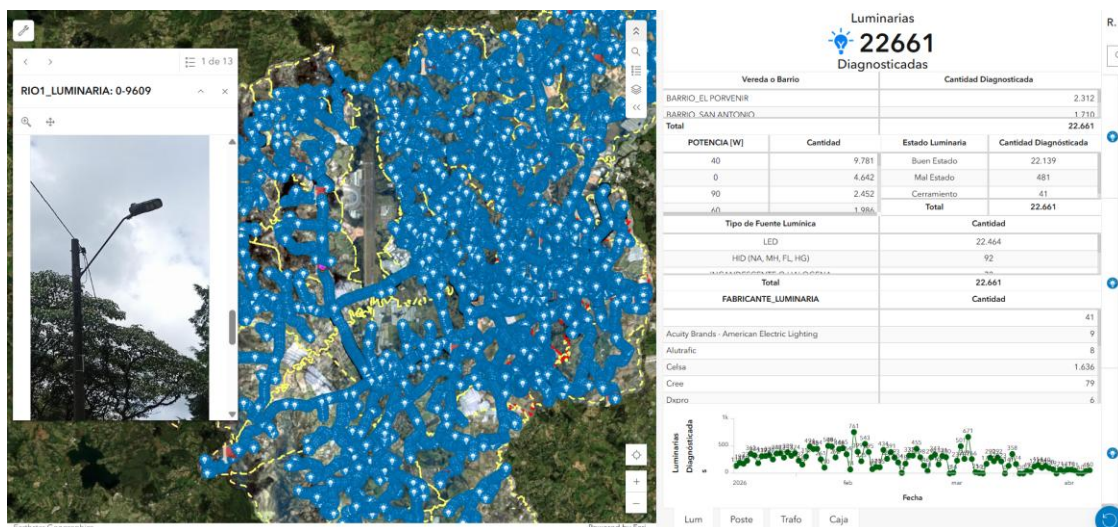


Fig. 6. dashboard desarrollado en ArcGIS Online

Por otra parte, el dashboard desarrollado en Power BI permite consolidar y analizar la información contenida en la base de datos desde una perspectiva general del inventario levantado. A través de esta herramienta se generaron diferentes visualizaciones gráficas que facilitan la interpretación de la información recopilada durante el proceso de diagnóstico. Durante su desarrollo se diseñaron interfaces específicas para cada uno de los elementos que conforman la infraestructura del sistema de alumbrado público identificados en el levantamiento en campo, tales como luminarias, postes, transformadores y cajas eléctricas.

En el caso de las cajas y los transformadores, la información fue integrada en una sola interfaz debido a la menor cantidad de variables registradas para estos elementos. Para las cajas se presentan variables como la cantidad total diagnosticada en el periodo seleccionado, el tipo de uso, el cual puede ser compartido o exclusivo. En cuanto a los transformadores, se muestra la cantidad según su propietario, ya sea particular o del municipio, así como la cantidad de registros diagnosticados por mes o por día. Adicionalmente, se presenta la distribución general de cajas y transformadores existentes por barrio o vereda.

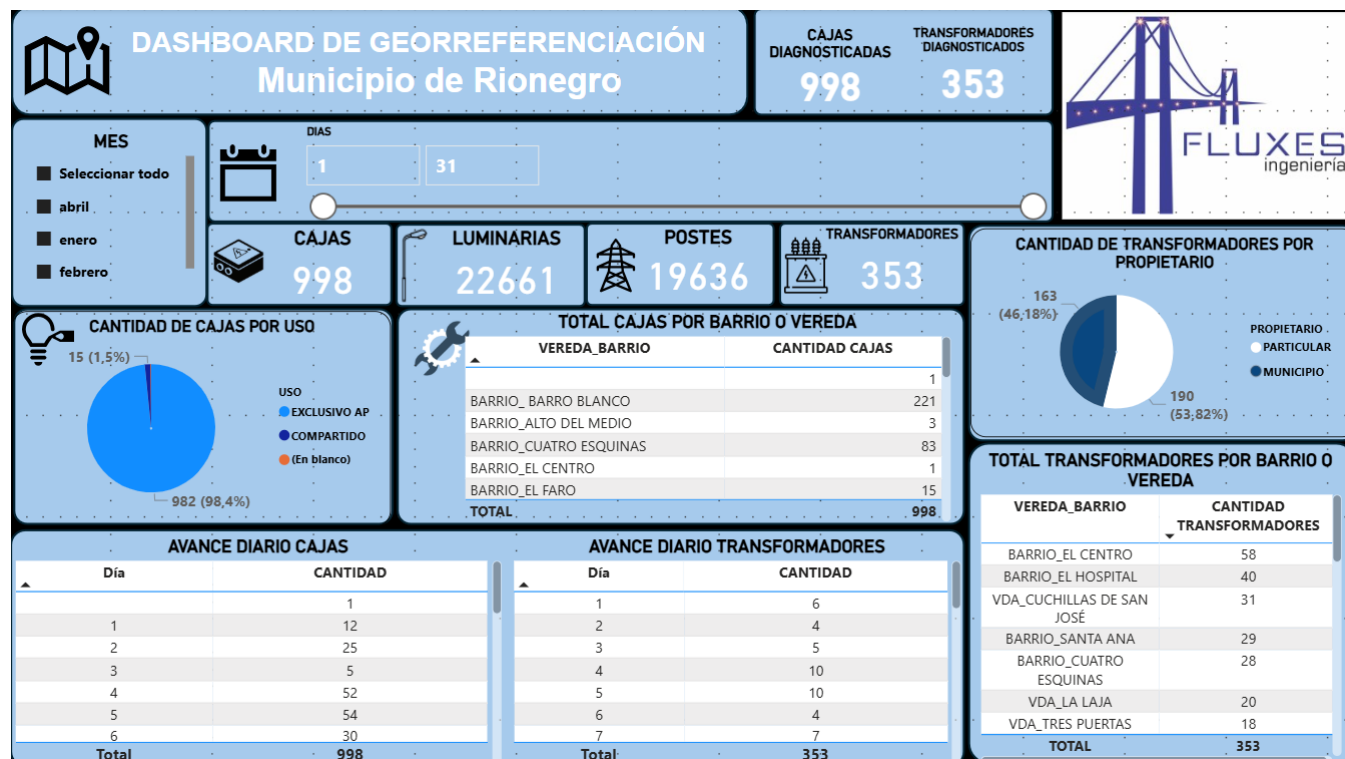


Fig. 7. Interfaz del inventario de cajas y transformadores desarrollada en Power BI

En el caso de las luminarias, el tablero presenta variables como la cantidad total diagnosticada, su distribución según potencia, la cantidad de luminarias por barrio o vereda, el tipo de fuente lumínica y el fabricante. Asimismo, permite visualizar el avance del levantamiento en diferentes periodos de tiempo, particularmente por meses, así como el número de registros realizados por día. Esta interfaz facilita la interpretación del estado general del inventario de luminarias dentro del sistema de alumbrado público.

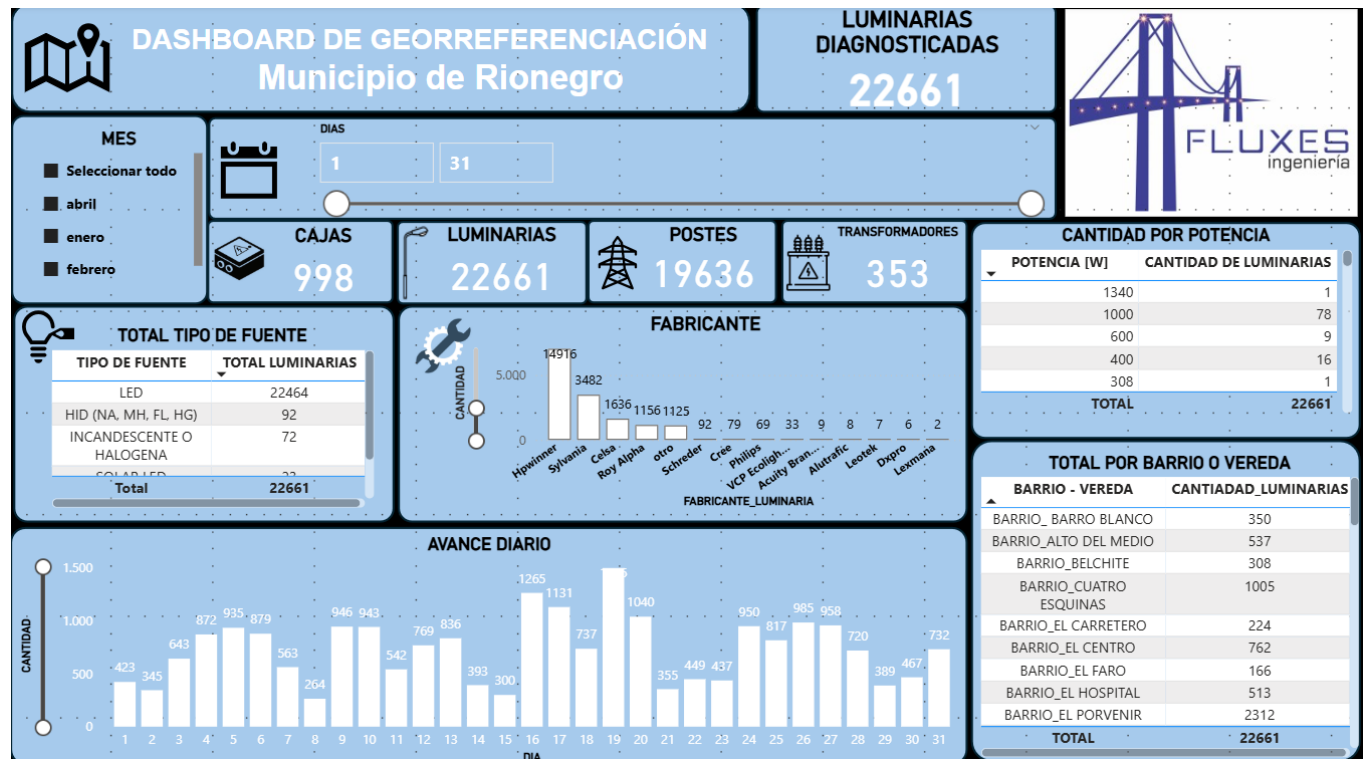


Fig. 8. Interfaz del inventario de luminarias desarrollada en Power BI

Finalmente, en la interfaz correspondiente a los soportes o postes, se pueden visualizar variables como la cantidad total diagnosticada, la clasificación del poste, la distribución según el fabricante, la cantidad según el tipo de material y su distribución por barrio o vereda. De igual manera, se presenta el número de registros diagnosticados por mes o por día, lo que permite analizar el avance del levantamiento de este elemento dentro de la infraestructura del sistema.

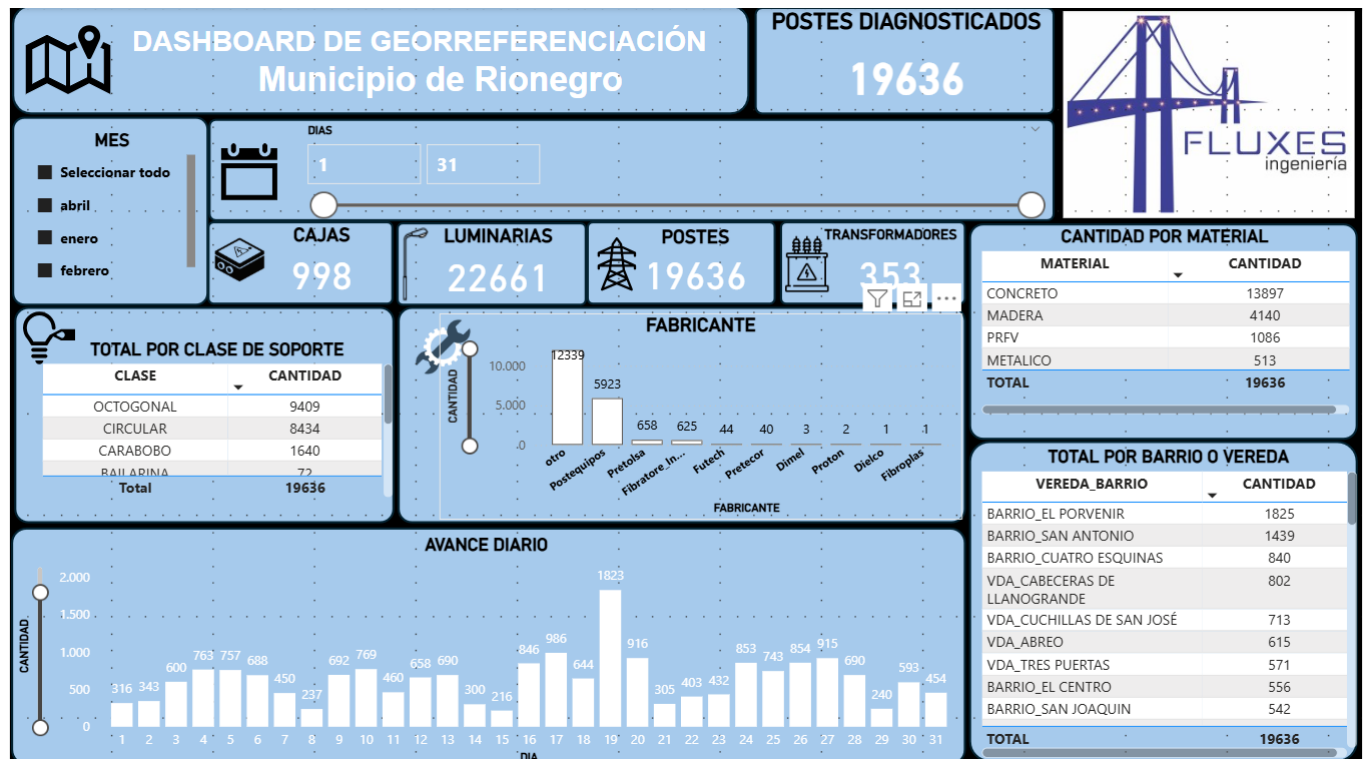


Fig. 9. Interfaz de visualización del inventario de postes desarrollada en Power BI

De esta manera, la implementación conjunta de ambas herramientas permitió complementar el análisis de la información recopilada durante el levantamiento del inventario. Por un lado, ArcGIS Online facilitó el análisis detallado y georreferenciado de cada uno de los activos registrados en campo, permitiendo su visualización espacial y la verificación de sus atributos técnicos. Por otro lado, Power BI permitió realizar un análisis estadístico y dinámico de la información consolidada en la base de datos, mediante diferentes visualizaciones gráficas que facilitaron la interpretación de los datos. En conjunto, estas herramientas contribuyeron al monitoreo del avance del proyecto y apoyaron la toma de decisiones durante el proceso de diagnóstico.

A partir de la información obtenida mediante las interfaces desarrolladas en Power BI, se procedió a la tabulación de los datos recopilados durante el levantamiento del inventario. Este proceso permitió organizar la información registrada en campo y realizar un seguimiento del avance del diagnóstico de los diferentes elementos que conforman la infraestructura del sistema de alumbrado público. La tabulación se realizó considerando el mes en que se efectuó el diagnóstico

y las principales características técnicas de cada elemento inventariado, lo que permitió analizar la evolución del levantamiento de información a lo largo del tiempo.

En el caso de las cajas eléctricas, la tabulación de la información se realizó considerando el tipo de uso, el cual puede ser compartido o exclusivo dentro de la infraestructura del sistema de alumbrado público. Es importante señalar que el levantamiento de información para estos elementos se inició durante el mes de febrero, por lo que no se cuenta con registros correspondientes al mes de enero.

TABLA I
INVENTARIO DE CAJAS ELÉCTRICAS DIAGNOSTICADAS.

CAJAS		
Mes de diagnostico	Tipo de uso	Cantidad
febrero	Compartido	-
	Exclusivo AP	35
	Total	35
marzo	Compartido	15
	Exclusivo AP	365
	Total	380
abril	Compartido	1
	Exclusivo AP	582
	Total	583
TOTAL		998

Para el caso de las luminarias, la información se tabuló considerando el mes de diagnóstico y el tipo de fuente lumínica identificado durante el levantamiento en campo. De esta manera, fue posible determinar la cantidad de luminarias diagnosticadas en cada periodo y su clasificación según el tipo de tecnología de iluminación, como LED, HID, incandescente o halógena, solar y otros casos particulares que podían ser cerramientos o no se podía identificar porque estaba completamente cubierta por material vegetal o algún individuo arbóreo.

TABLA II
INVENTARIO DE LUMINARIAS DIAGNOSTICADAS

LUMINARIAS		
Mes de diagnostico	Tipo de fuente	Cantidad
enero	LED	4994
	HID (Na, MH, FL, HG)	4
	Incandescente o halógena	1
	Solar	-
	Otro (cerramiento, no identificable)	-
	Total	4999
febrero	LED	9221
	HID (Na, MH, FL, HG)	35
	Incandescente o halógena	64
	Solar	21
	Otro (cerramiento, no identificable)	8
	Total	9349
marzo	LED	6878
	HID (Na, MH, FL, HG)	48
	Incandescente o halógena	7
	Solar	2
	Otro (cerramiento, no identificable)	2
	Total	6937
abril	LED	1371
	HID (Na, MH, FL, HG)	5
	Incandescente o halógena	-
	Solar	-
	Otro (cerramiento, no identificable)	-
	Total	1376
Total		22661

Además, como parte del análisis de la información recopilada durante el levantamiento, se realizó la tabulación de las luminarias de acuerdo con el fabricante de cada uno de estos elementos, con el fin de incorporar esta variable dentro del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) y facilitar el análisis técnico del inventario.

TABLA III
DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS POR FABRICANTE

Fabricante	Cantidad
Acuity Brands – American Electric Lighting	9
Alutrafic	8
Celsa	1636
Cree	79
Dxpro	6
Hpwinner	14916
Leotek	7
Lexmana	2
Philips	69
Roy Alpha	1156
Schreder	92
Sylvania	3482
VCP Ecolighting	33
No identificable (cerramiento)	41
Otro	1125
Total	22661

Para el caso de los postes o soportes, la tabulación se realizó considerando el tipo de estructura, clasificándolos según el tipo de material, tales como concreto, PRFV, madera y metálico. Esta información permitió analizar la cantidad de soportes diagnosticados en cada periodo.

TABLA IV
INVENTARIO DE POSTES DIAGNOSTICADOS

POSTES		
Mes de diagnostico	Tipo de material	Cantidad
enero	Concreto	3544
	Madera	195
	Metálico	181
	PRFV	181-
	Total	4101
febrero	Concreto	5957
	Madera	1275
	Metálico	186
	PRFV	367
	Total	7785
marzo	Concreto	3655
	Madera	2162
	metálico	114
	PRFV	462
	Total	6393
abril	Concreto	741
	Madera	508
	metálico	32
	PRFV	76
	Total	1357
Total		19636

Para los transformadores, la información fue tabulada de acuerdo con el tipo de propietario del equipo, clasificándolos entre transformadores pertenecientes a particulares y aquellos que son propiedad del municipio. Esta información se validó con la ayuda de la información suministrada por el municipio de acuerdo con los datos que se tenían, posteriormente se realizó la respectiva verificación.

TABLA V
INVENTARIO DE TRANSFORMADORES DIAGNOSTICADOS

TRANSFORMADORES		
Mes de diagnostico	Propietario	Cantidad
enero	Municipio	59
	Particular	14
	Total	73
febrero	Municipio	72
	Particular	74
	Total	146
marzo	Municipio	32
	Particular	53
	Total	85
abril	Municipio	-
	Particular	49
	Total	49
TOTAL		353

Acompañamiento técnico y visitas a campo

Con el fin de fortalecer el proceso de levantamiento del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, se realizaron jornadas de acompañamiento técnico en campo dirigidas al personal encargado de las actividades de diagnóstico y registro de la infraestructura. Estas visitas tuvieron como propósito verificar directamente en terreno la forma en que se capturaba la información y brindar orientación técnica para mejorar la calidad de los datos registrados durante el levantamiento.

Durante el desarrollo de la práctica académica, se efectuaron recorridos en diferentes sectores del municipio, teniendo en cuenta que el personal técnico encargado del levantamiento se encontraba distribuido por zonas para optimizar la cobertura del inventario. En este contexto, se realizaron visitas de seguimiento a cada colaborador en sus respectivos sectores de trabajo, con el fin de observar el procedimiento de captura de información, resolver inquietudes operativas y reforzar los criterios técnicos establecidos para el diligenciamiento de los formularios en el aplicativo móvil de registro de los activos del sistema.



Fig. 10. Verificación del levantamiento de información en campo

Durante estas visitas se brindó apoyo directo a cada uno de los técnicos responsables del levantamiento, especialmente en el uso adecuado del aplicativo móvil, en la correcta captura de los atributos técnicos de las luminarias y en la verificación de la información registrada en cada punto luminoso. Asimismo, se revisaron aspectos relacionados con la georreferenciación de los activos, el registro fotográfico de la infraestructura y la correcta identificación de los elementos que conforman el sistema de alumbrado público.



Fig. 11. Acompañamiento técnico al personal

De igual manera, durante las visitas se realizaron espacios de retroalimentación con el personal técnico, en los que se socializaron algunas de las inconsistencias identificadas previamente durante la revisión de la información en los visualizadores y tableros de control del proyecto alojados en la plataforma ArcGIS Online. Estas sesiones permitieron aclarar dudas sobre el registro de los atributos técnicos y reforzar la importancia de que la información consignada en el aplicativo correspondiera con precisión a las características reales de la infraestructura observada en campo.



Fig. 12. Proceso de verificación y registro de información.

Asimismo, durante estas jornadas se socializó el manual de identificación de la infraestructura de alumbrado público, elaborado como herramienta de apoyo para facilitar el reconocimiento de las características técnicas de los elementos instalados en el municipio. Este material resultó especialmente útil en aquellos casos en los que las luminarias no contaban con rótulos visibles de potencia o de identificación del fabricante. A través de este manual se brindaron pautas para la correcta identificación de los distintos tipos de luminarias, brazos y postes presentes en la infraestructura del sistema, lo que contribuyó a mejorar la precisión del inventario.

Finalmente, el acompañamiento técnico en campo permitió realizar un seguimiento directo del trabajo de los técnicos responsables del levantamiento, lo que fortaleció la comunicación entre

el equipo de supervisión y el personal operativo. Estas actividades facilitaron la resolución de dudas, la corrección de errores en el registro de la información y la estandarización de los criterios para identificar los activos del sistema. En consecuencia, el proceso de acompañamiento contribuyó significativamente a mejorar la consistencia y la confiabilidad de los datos recopilados, los cuales servirán como base para la estructuración del Sistema de Información de Alumbrado Público.

Elaboración del Manual de identificación de infraestructura de alumbrado público

Durante el proceso de levantamiento del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, se identificó la necesidad de contar con una herramienta de apoyo que facilitara la identificación de los distintos elementos de infraestructura presentes en campo. Esta situación se presentó principalmente en aquellos casos en los que algunos elementos no contaban con rótulos visibles de potencia, se desconocía el fabricante o no se disponía de información técnica sobre algún elemento, lo que dificultaba el registro adecuado de la información por parte del personal técnico encargado del diagnóstico.

Con el fin de dar solución a esta situación, se elaboró un manual de identificación de la infraestructura de alumbrado público, diseñado como una guía de consulta rápida para apoyar a los técnicos durante las actividades de levantamiento de la infraestructura del sistema. Este documento reúne información visual y técnica que permite reconocer las características de los diferentes elementos del sistema, facilitando la identificación de atributos como la potencia de las luminarias, el tipo de tecnología, el fabricante, así como las características físicas de los distintos tipos de brazos y soportes (postes) que integran el alumbrado público del municipio.

Para la elaboración del manual, se revisaron diversos documentos técnicos sobre la infraestructura de alumbrado público. Entre las principales fuentes consultadas se encuentra el Manual de procedimientos de alumbrado público del Municipio de Medellín (2018), del cual se tomaron como referencia algunos elementos del catálogo de infraestructura y criterios de clasificación de brazos y soportes. Esta información fue posteriormente adaptada al contexto del inventario del municipio de Rionegro, teniendo en cuenta las tipologías de luminarias, brazos y postes identificadas durante las actividades de diagnóstico en campo.

El manual elaborado incluye ejemplos visuales de diferentes modelos de luminarias, así como de tipos de brazos y soportes, acompañados de sus nombres adaptados en los aplicativos empleados para el levantamiento de descripciones. De esta manera, el documento se convirtió en

una herramienta de apoyo para el personal técnico, lo que contribuyó a mejorar la calidad del registro de la información y a agilizar el proceso de diagnóstico de la infraestructura del sistema de alumbrado público.

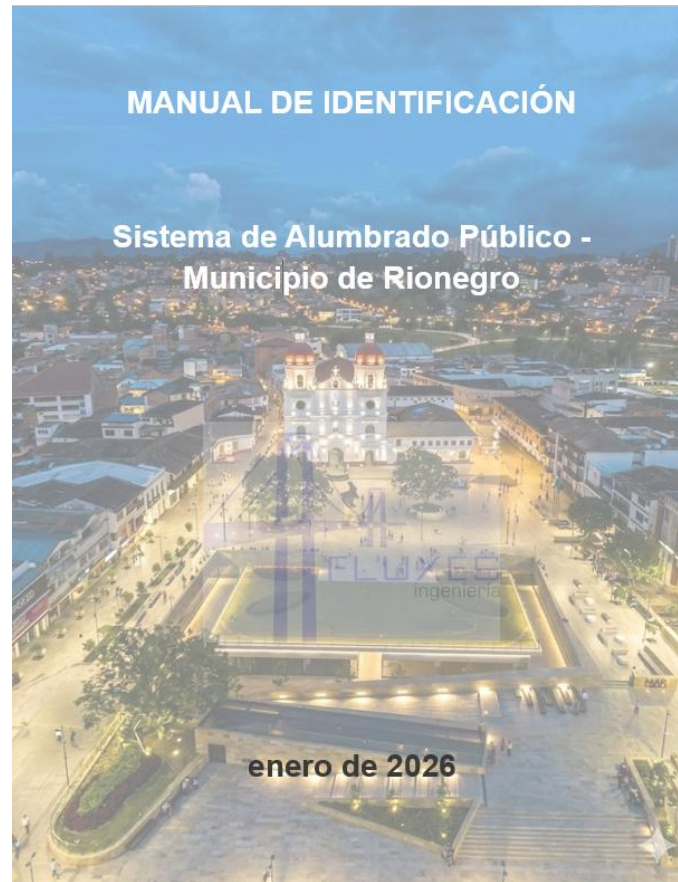


Fig. 13. Portada Manual de Identificación

Finalmente, el manual fue socializado con el personal encargado del levantamiento durante las jornadas de acompañamiento técnico realizadas en campo, lo que permitió resolver dudas sobre la identificación de los distintos elementos de infraestructura y estandarizar los criterios para el registro de los atributos técnicos en el aplicativo de captura de datos. El documento completo del manual de identificación de la infraestructura de alumbrado público se presenta en el Anexo A del presente informe.

Depuración y estandarización de la información del inventario

Durante el proceso de levantamiento del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro fue necesario realizar actividades de depuración y estandarización de la

información recopilada en campo, con el fin de garantizar la calidad, consistencia y confiabilidad de los datos que posteriormente serían integrados en la base de datos geoespacial del proyecto.

Estas actividades surgieron como resultado de las revisiones periódicas realizadas a los registros generados por el personal técnico, en las cuales se identificaron diferentes inconsistencias relacionadas con el diligenciamiento de los atributos asociados a los activos del sistema de alumbrado público. Entre las principales situaciones detectadas se encontraban registros incompletos, variaciones en la forma de registrar algunos atributos técnicos, errores en la clasificación de fabricantes o tipos de luminarias, así como diferencias en la manera en que se nombraban ciertos elementos de la infraestructura.

Con el fin de corregir estas situaciones, se llevó a cabo un proceso de revisión y ajuste de los registros almacenados en la base de datos del proyecto, verificando que cada uno de los atributos cumpliera con los criterios establecidos para el inventario. Este proceso incluyó la validación de campos obligatorios, la corrección de inconsistencias en la nomenclatura de algunos atributos y la verificación de la correspondencia entre los registros alfanuméricos y el soporte fotográfico asociado a cada punto luminoso.

Adicionalmente, se definieron criterios de estandarización para el registro de la información, con el propósito de garantizar que todos los técnicos utilizaran los mismos parámetros al momento de diligenciar los datos dentro del aplicativo de captura. Esta estandarización permitió reducir la variabilidad en el registro de la información y facilitó el posterior análisis y procesamiento de los datos dentro de los sistemas de información utilizados para la gestión del inventario.

A ⁰ _C VEREDA_BARRIO	LATITUD	LONGITUD	A ⁰ _C ETIQUETA_ID	A ⁰ _C CERRAMIENTO	A ⁰ _C SUFIO ROTULO LUMINARIA
BARRIO_SAN ANTONIO	6,12581E+16	-7,53778E+14	NO	NO	0
BARRIO_CUATRO ESQUINAS	6,15585E+15	-7,53658E+16	SI	NO	21723
BARRIO_EL PORVENIR	6,14898E+16	-7,53791E+14	NO	NO	0
BARRIO_EL PORVENIR	6,14642E+14	-7,53793E+16	SI	NO	12320
BARRIO_EL PORVENIR	6,14722E+14	-7,53826E+15	SI	NO	1283x
BARRIO_BELCHITE	6,15415E+14	-7,5379E+14	SI	NO	1428x
VDA_CUCHILLAS DE SAN JOSÉ	6,18816E+15	-7,53977E+15	SI	NO	22224
VDA_CUCHILLAS DE SAN JOSÉ	6,18818E+15	-7,53976E+16	SI	NO	22225
BARRIO_BELCHITE	6,15114E+15	-7,53776E+16	NO	NO	124**
BARRIO_EL FARO	6,13671E+16	-7,53782E+16	SI	NO	154xx
BARRIO_EL FARO	6,1414E+15	-7,53804E+16	SI	NO	02245
BARRIO_LA MARIA	6,14149E+14	-7,53809E+15	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14161E+15	-7,5381E+14	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14182E+15	-7,5381E+16	NO	NO	0
BARRIO_LA MARIA	6,14177E+15	-7,53812E+16	SI	NO	19710
BARRIO_LA MARIA	6,1419E+16	-7,53814E+16	SI	NO	20582
BARRIO_LA MARIA	6,142E+15	-7,53811E+15	SI	NO	20298

Fig. 14. Estandarización de datos

El proceso de depuración y estandarización de la información fue fundamental para asegurar que los datos recopilados durante el levantamiento cumplieran con los requisitos técnicos necesarios para su integración en la geodatabase institucional y para su posterior utilización en la implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP). Es de anotar que esta estandarización se realizó mediante el software de programación Python que se vincula directamente con la API de ArcGIS online y se establecía de forma global la estructura que debían de tener los datos y se realizó de manera automática.

Control de calidad y validación automatizada de los activos

Como parte del proceso de consolidación del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, se desarrolló la actividad de asignación de identificadores únicos a cada uno de los activos registrados durante el levantamiento en campo. Esta actividad tuvo como propósito garantizar la correcta identificación y trazabilidad de los diferentes elementos de infraestructura dentro de la base de datos geoespacial del proyecto.

La asignación de identificadores únicos permite que cada activo del sistema, como cajas, luminarias, postes y transformadores, pueda ser reconocido de manera individual dentro del inventario, evitando duplicidades en los registros y facilitando la gestión de la información dentro de los sistemas utilizados para su administración.

Durante este proceso se verificó que cada registro generado en el aplicativo de captura de datos contara con un identificador que permitiera diferenciarlo de los demás elementos presentes en la base de datos. En aquellos casos donde se detectaron registros duplicados o inconsistencias en los identificadores asignados, se realizaron las correcciones correspondientes con el fin de mantener la integridad de la información.

Adicionalmente, la implementación de estos identificadores permitió establecer una relación directa entre los atributos técnicos registrados, la ubicación geográfica del activo y el soporte fotográfico asociado, facilitando así el seguimiento y la consulta de la información dentro de las plataformas utilizadas para la visualización y análisis del inventario.

Como complemento a este proceso, se desarrollaron actividades de validación y control de calidad de la información recopilada durante el levantamiento en campo, con el fin de garantizar la integridad, consistencia y confiabilidad de la base de datos geográfica. Esta validación no se limitó únicamente a la revisión manual de los registros, sino que incluyó la implementación de

herramientas de automatización mediante el uso del lenguaje de programación Python, integradas con la API de ArcGIS Online, lo cual permitió realizar consultas directas sobre los datos almacenados en la plataforma.

A través de estos procesos automatizados se efectuaron verificaciones a nivel global sobre la base de datos, permitiendo detectar campos obligatorios vacíos o con valores nulos, validar la coherencia en la relación entre luminarias y postes, así como identificar posibles duplicidades e inconsistencias en los atributos técnicos registrados. Estas validaciones permitieron analizar grandes volúmenes de información de manera eficiente, reduciendo los errores asociados a la revisión manual y garantizando un mayor nivel de confiabilidad en los datos consolidados.

Como resultado, se logró realizar un proceso de depuración integral de la base de datos del sistema de alumbrado público, asegurando que la información registrada cumpliera con los estándares técnicos requeridos para su integración en el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), así como para su posterior uso en procesos de análisis, planificación y toma de decisiones.

Con el fin de documentar el proceso de levantamiento y validación de la información, se presenta la evidencia gráfica que ilustra la forma en que se realizó la identificación de los diferentes elementos del sistema de alumbrado público en campo.

Para la identificación de cajas de alumbrado público, se muestra el proceso de reconocimiento de cada uno de los elementos, diferenciado a través del objectid, en bases de datos este es un identificador único que se asigna automáticamente a cada registro.

objectid	VEREDA_BARRIO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	MATERIAL_CAJA	MATERIAL_TAPA
1	BARRIO_ALTO DEL MEDIO	Rionegro	6.159972798370103	-75.375574847407975	CONCRETO	CONCRETO
2	BARRIO_ALTO DEL MEDIO	Rionegro	6.15990675854019	-75.375563172050718	CONCRETO	CONCRETO
3	BARRIO_ALTO DEL MEDIO	Rionegro	6.159940771151044	-75.37549906983628	CONCRETO	CONCRETO
4	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.17868346658636	-75.3746532243938	CONCRETO	CONCRETO
5	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.17870409614752	-75.37471997089905	CONCRETO	CONCRETO
6	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.17874353823545	-75.37469406164304	CONCRETO	CONCRETO
7	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.178791238720234	-75.3746843754762	CONCRETO	CONCRETO
8	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.1788199447154337	-75.374711934465438	CONCRETO	CONCRETO
9	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.17882237998818	-75.37459215767036	CONCRETO	CONCRETO
10	VDA_LA LAJA	Rionegro	6.178856532862946	-75.37456232413777	CONCRETO	CONCRETO
11	VDA_ABREO	Rionegro	6.1691787010601447	-75.398757156757185	CONCRETO	CONCRETO
12	VDA_ABREO	Rionegro	6.168881616701691	-75.398858419921737	CONCRETO	CONCRETO
13	VDA_ABREO	Rionegro	6.16868968689067	-75.3988320000119	CONCRETO	CONCRETO
14	VDA_ABREO	Rionegro	6.16856623563076	-75.398475007369257	CONCRETO	CONCRETO
15	VDA_ABREO	Rionegro	6.1685205627700537	-75.398667334737127	CONCRETO	CONCRETO
16	VDA_ABREO	Rionegro	6.1690399999999936	-75.39884333333333	CONCRETO	CONCRETO
17	VDA_ABREO	Rionegro	6.16914567611005	-75.398550449087267	CONCRETO	CONCRETO
18	VDA_ABREO	Rionegro	6.16911193182968	-75.398347642936088	CONCRETO	CONCRETO
19	VDA_ABREO	Rionegro	6.169094886954977	-75.39810409271142	CONCRETO	CONCRETO
20	VDA_ABREO	Rionegro	6.1685666130143986	-75.3988002482508	CONCRETO	CONCRETO

Fig. 15. Identificación de cajas de alumbrado público.

En el caso de las luminarias, se realizó el reconocimiento principalmente mediante el rótulo de identificación de cada luminaria, en el caso de que no fuera visible o no lo tuviera, se asociaba el número 0 y un número consecutivo de esta manera se garantizaba que cada elemento tuviera un código de identificación diferente.



Fig. 16. Identificación de luminarias

Para la identificación de los postes o estructuras de soporte, se establecieron criterios técnicos basados en sus características físicas y funcionales. En primer lugar, se clasificaron según el tipo de material, como madera, concreto, PRFV y metálico, entre otros. Adicionalmente, se tuvo en cuenta su forma geométrica, diferenciando entre postes de sección circular, octogonal, cuadrados, tipo bailarina, tipo carabobo y otras tipologías presentes en el sistema. Como complemento, se registró la cantidad de luminarias instaladas en cada estructura, lo que permitió caracterizar su uso dentro del sistema de alumbrado público y fortalecer la calidad del inventario georreferenciado.

objectid	VEREDA_BARRIO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	CLASE	MATERIAL	POSTE_OPERACION_1
16928	VDA_GALICIA	Rionegro	6.184712579265407	-75.3644604203214	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9979
15952	VDA_GALICIA	Rionegro	6.185192683333324	-75.365276616666677	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9971
16951	VDA_GALICIA	Rionegro	6.191847966666668	-75.3625934	CIRCULAR	CONCRETO	RIO9949
16220	VDA_GALICIA	Rionegro	6.190625653746984	-75.363649842592778	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9946
16217	VDA_GALICIA	Rionegro	6.191486274606465	-75.363522801947	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9945
14913	VDA_GALICIA	Rionegro	6.192025116666678	-75.36056403333333	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9939
15469	VDA_LOS PINOS	Rionegro	6.200373150000004	-75.352296616666666	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9938
15485	VDA_LOS PINOS	Rionegro	6.197781616666666	-75.35112935	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9937
15462	VDA_LOS PINOS	Rionegro	6.201253947384636	-75.3522189800283	CIRCULAR	MADERA	RIO9918
16959	VDA_GALICIA	Rionegro	6.191752033333335	-75.3622719	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9909
14914	VDA_GALICIA	Rionegro	6.192032916666676	-75.360944366666686	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9904
15823	VDA_GALICIA	Rionegro	6.1916092350000926	-75.36370666193282	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9870
9702	BARRIO_SANTA ANA	Rionegro	6.1461475500000065	-75.37060288333333	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO987
14912	VDA_GALICIA	Rionegro	6.192109833333343	-75.3603187	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9866
5436	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.161857683333316	-75.37350981666667	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9863
15458	VDA_LOS PINOS	Rionegro	6.2014865302302775	-75.35214027054147	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9858
15464	VDA_LOS PINOS	Rionegro	6.2008666666666628	-75.352178083333328	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9855
5446	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.16154638333333	-75.373177916666666	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9853
15824	VDA_GALICIA	Rionegro	6.19180125149341	-75.36365128349048	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9850
15207	VDA_GALICIA	Rionegro	6.1844815500000006	-75.3668609	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO980
15512	VDA_SANTA BARBARA	Rionegro	6.1967450666666666	-75.355117016666668	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9795
16221	VDA_GALICIA	Rionegro	6.19034474616759	-75.36362121777624	OCTOGONAL	CONCRETO	RIO9791

Fig. 17. identificación de postes

Para los transformadores, se realizó la identificación según el número del transformador y, como en todos los demás elementos, se tienen las coordenadas de cada uno. Además, se deja un concepto cualitativo de acuerdo con el estado visual, especificando el estado general observado.

objectid	CODIGO DANE	VEREDA_BARRIO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ESTADO_TRAFO	numero_trafo
3	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.150036706228912	-75.37254542597178	BUEN_ESTADO	200045
4	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.15661503781089	-75.367565987492227	MAL_ESTADO	200598
5	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.1565083666666665	-75.37371366666666	BUEN_ESTADO	200558
6	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.157094833333325	-75.37340265	BUEN_ESTADO	200559
7	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.157676783333336	-75.3738973333333	MAL_ESTADO	200561
8	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.157678733333333	-75.373891716666677	BUEN_ESTADO	200561
9	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.1572595000000145	-75.37408588333332	BUEN_ESTADO	300421
10	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.1566088000000004	-75.374482766666688	MAL_ESTADO	200753
11	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.156009916666666	-75.37339033333332	MAL_ESTADO	33735
12	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.1564242166666556	-75.37324081666668	BUEN_ESTADO	200362
13	05615	BARRIO_EL HOSPITAL	Rionegro	6.156408983333344	-75.373260250000016	BUEN_ESTADO	200362
14	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.156441633333333	-75.37288845	BUEN_ESTADO	121008
15	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.1480257095708355	-75.39633662971984	BUEN_ESTADO	79247
16	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.148704469278263	-75.3963199507142	BUEN_ESTADO	291053
17	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.14981188179047	-75.39627003568128	BUEN_ESTADO	201027
18	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.148698987924523	-75.39661960368167	BUEN_ESTADO	106080
19	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.1486502563113516	-75.395959985082257	BUEN_ESTADO	98184
20	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.1493763864162236	-75.39590004092213	BUEN_ESTADO	201306
21	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.1499773401762745	-75.39588883818588	BUEN_ESTADO	330557
22	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.14988136105275	-75.395461366794038	BUEN_ESTADO	201303
23	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.149915782184557	-75.395057961815056	BUEN_ESTADO	201304
24	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.14817310124128	-75.39558939762476	BUEN_ESTADO	79244
25	05615	BARRIO_EL PORVENIR	Rionegro	6.1513078088553357	-75.39618556673491	BUEN_ESTADO	201025
26	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.1551082333333467	-75.37220823333331	BUEN_ESTADO	105328
27	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.1551237666666677	-75.372172933333317	BUEN_ESTADO	200333
28	05615	BARRIO_EL CENTRO	Rionegro	6.154921883333344	-75.372242866666667	BUEN_ESTADO	112712

Fig. 18. identificación de transformadores

Organización e integración de la geodatabase institucional

Como parte del proceso de consolidación del inventario del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, se organizó e integró la información recopilada durante las actividades de levantamiento en una geodatabase estructurada, con el propósito de garantizar una adecuada gestión de los datos geoespaciales asociados a la infraestructura del sistema.

La geodatabase se estructuró con base en los distintos elementos que conforman la infraestructura de alumbrado público, lo que permite almacenar de manera organizada la información relacionada con luminarias, postes, transformadores y demás componentes identificados durante las actividades de diagnóstico en campo. Cada uno de estos elementos fue registrado como una entidad geográfica dentro del sistema, asociando su ubicación espacial con los atributos técnicos recopilados por el personal encargado del levantamiento.

Dentro de esta estructura, los registros incorporan información relevante como la ubicación geográfica de cada activo, el tipo de infraestructura, la potencia de las luminarias, el fabricante, el estado del equipo y el respectivo registro fotográfico que sirve como soporte del diagnóstico

realizado en campo. Esta organización permitió consolidar una base de datos geoespacial robusta, en la cual cada elemento del sistema se encuentra debidamente identificado y georreferenciado. Además, la plataforma permite realizar el control sobre las capas de esta manera se pueden activar o desactivar según sea necesario, lo que permite tener control de los datos que se desean visualizar.

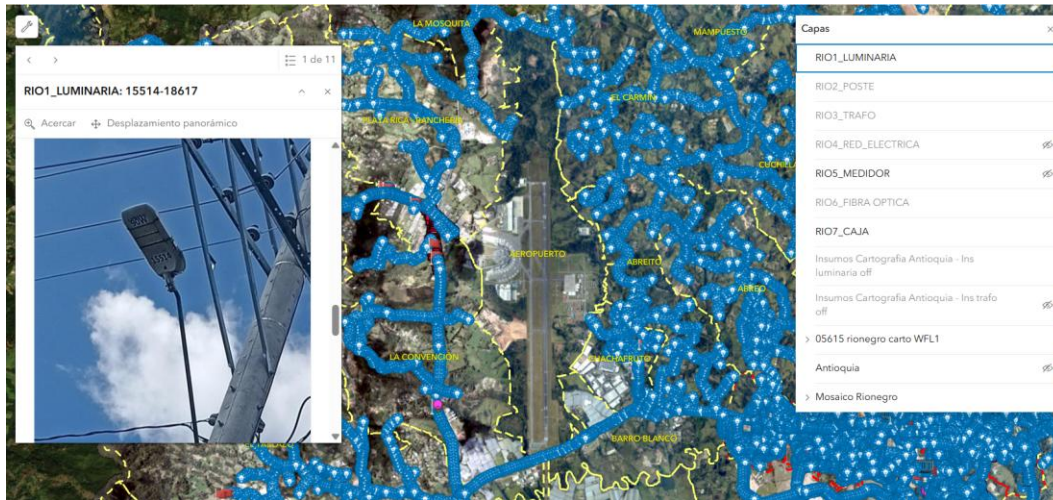


Fig. 19. Visualización general de los activos.

Adicionalmente, la integración de esta información dentro de la geodatabase permitió facilitar la consulta, visualización y análisis de los datos mediante las diferentes plataformas utilizadas en el proyecto, tales como los visualizadores geográficos y los tableros de control desarrollados para el seguimiento del inventario. De esta manera, se garantizó que la información recopilada durante el levantamiento pudiera utilizarse de forma eficiente para la gestión y administración del sistema de alumbrado público.

La organización de la información en una geodatabase institucional constituye un elemento fundamental para el desarrollo del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), ya que proporciona una estructura centralizada que permite almacenar, actualizar y gestionar de manera integrada los datos asociados a la infraestructura del sistema; de esta forma se facilita el acceso a la información para procesos de planeación, operación y mantenimiento.

Implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP)

Como resultado de las actividades desarrolladas durante el proceso de levantamiento, validación y organización de la información del inventario de alumbrado público del municipio de

Rionegro, se establecieron las bases para la implementación de un Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), orientado a la gestión y administración de la infraestructura del alumbrado público.

La construcción de este sistema se fundamenta en la integración de la información georreferenciada recopilada en campo, la cual fue previamente validada, depurada y estructurada dentro de una geodatabase institucional. Esta base de datos geoespacial permite almacenar de manera organizada los diferentes elementos que componen la infraestructura del sistema de alumbrado público, tales como luminarias, postes, transformadores y demás componentes asociados.

A partir de esta información estructurada, fue posible desarrollar herramientas de visualización y consulta que facilitan el acceso a los datos del inventario. Entre estas herramientas se encuentran los visualizadores geográficos implementados en plataformas como ArcGIS Online, que permiten identificar la ubicación de cada activo y consultar sus atributos técnicos y registros fotográficos, así como los tableros de control desarrollados en Power BI, los cuales permiten analizar de manera consolidada el estado y avance del inventario mediante indicadores y representaciones gráficas de la información. Además, se incorpora el registro de las PQRS, que permiten consolidar y gestionar los reportes ciudadanos y de la interventoría asociados al sistema de alumbrado público, integrándolos dentro del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP). Esta funcionalidad facilita la trazabilidad de cada solicitud, desde su radicación hasta su cierre, permitiendo identificar su estado, tiempos de atención y acciones ejecutadas. De esta manera, no solo se fortalece el seguimiento operativo de las incidencias reportadas, sino que también se contribuye a la generación de indicadores de calidad del servicio, apoyando la toma de decisiones, la priorización de intervenciones y el cumplimiento de los lineamientos establecidos en la Resolución 40150 de 2024 en materia de control, monitoreo y mejora continua del servicio de alumbrado público.

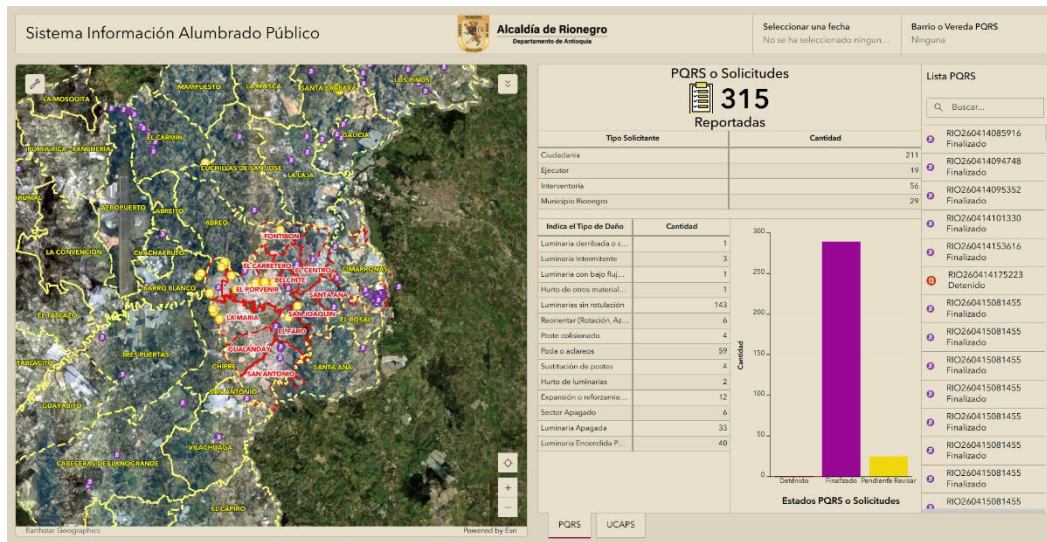


Fig. 20. Visualización general del SIAP del municipio de Rionegro.

La implementación del Sistema de Información de Alumbrado Público permite centralizar la información del inventario en una plataforma organizada y de fácil consulta, facilitando el seguimiento y control de los activos del sistema. De igual manera, esta herramienta constituye un insumo fundamental para apoyar los procesos de planeación, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público, permitiendo a la administración municipal contar con información actualizada y georreferenciada sobre su infraestructura.

En este sentido, el desarrollo del inventario georreferenciado y la estructuración de la geodatabase representan un paso fundamental hacia la consolidación de un sistema de información que contribuya a mejorar la gestión del alumbrado público en el municipio de Rionegro, permitiendo optimizar la toma de decisiones y fortalecer los procesos de administración de la infraestructura urbana.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de este informe permitió consolidar un proceso integral de validación, estructuración y gestión de la información geoespacial del Sistema de Alumbrado Público del municipio de Rionegro, poniendo en evidencia la importancia de contar con mecanismos rigurosos de control de calidad durante el levantamiento en campo. La identificación de inconsistencias en los atributos técnicos y en los registros fotográficos dejó en claro la necesidad de fortalecer los procesos de verificación y estandarización, los cuales fueron abordados mediante el acompañamiento técnico al personal y la elaboración de herramientas metodológicas como el manual de identificación de infraestructura.

En cuanto a la gestión de la información, la estructuración y depuración de la base de datos permitieron asegurar la integridad, consistencia y trazabilidad de los registros. En este proceso, fue clave la implementación de herramientas automatizadas mediante el uso de Python y la API de ArcGIS, lo que facilitó la asignación de identificadores únicos, la eliminación de duplicidades y la validación de grandes volúmenes de datos. Esto representó un avance importante en la consolidación de una geodatabase confiable y alineada con los requerimientos técnicos del SIAP.

De igual forma, la implementación de herramientas de visualización y análisis en plataformas como ArcGIS Online y Power BI fortaleció la capacidad de seguimiento y gestión del inventario. Estas herramientas no solo permiten consultar y analizar de manera más eficiente los más de 22.661 puntos luminosos registrados, sino que también facilitan la toma de decisiones informadas para la operación, el mantenimiento y la expansión del sistema.

En este sentido, se evidencia que la calidad de la información georreferenciada depende en gran medida de factores como la capacitación del personal de campo, la claridad en los criterios técnicos y la aplicación constante de procesos de validación. Por ello, la sostenibilidad del Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP) no depende únicamente de la tecnología implementada, sino también del fortalecimiento continuo de las capacidades del equipo humano y de la actualización permanente de los datos.

Finalmente, el desarrollo del proyecto permitió dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Resolución 40150 de 2024 (RETILAP), proporcionando al municipio de Rionegro una base sólida para la gestión integral de su infraestructura de alumbrado público. Sin embargo, también se identifica la necesidad de mantener el sistema actualizado y de reducir la

dependencia de procesos manuales, mediante la adopción de protocolos claros y procesos continuos de capacitación, que permitan garantizar la confiabilidad y vigencia de la información en el tiempo.

En línea con lo anterior, se recomienda continuar con la actualización permanente del SIAP a través de protocolos estandarizados cada vez que se realicen actividades de mantenimiento o expansión del sistema, asegurando que la base de datos refleje de manera fiel la realidad de la infraestructura. Asimismo, se considera fundamental implementar procesos de capacitación continua para los técnicos de campo, apoyados en el Manual de Identificación desarrollado, con el fin de reducir errores en la recolección de datos y mejorar la calidad de la información en futuros levantamientos.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Minas y Energía, *Decreto 943*. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/4cTOdxE>
- [2] Sector Administrativo de Minas y Energía, *Decreto 1073*. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/4cXMw2n>
- [3] Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), «Resolución CREG 101 013 de 2022», Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/4vSc0GV>
- [4] Ministerio de Minas y Energía, «Resolución 40150 de 2024», Ministerio de Minas y Energía, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/48ZlrdQ>
- [5] República de Colombia, «Decreto Ley 2106 de 2019», Presidencia de la República de Colombia, nov. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/4mZ0hCy>
- [6] Alcaldía de Medellín, «Manual de procedimientos de alumbrado público», Alcaldía de Medellín, Medellín, 2, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/4mWlThN>
- [7] Empresa de Seguridad del Oriente S.A.S, «Manual de atención y procedimientos de alumbrado público», Municipio de Rionegro, 2020.
- [8] República de Colombia, «Decreto 2424», Diario Oficial, 2006.
- [9] *ArcGIS*. [En línea]. Disponible en: <https://www.arcgis.com/index.html>

ANEXOS

Anexo A Manual de Identificación

En este anexo se presenta el manual de identificación desarrollado durante la etapa de prácticas académicas. Para su elaboración, se realizó la recopilación de la infraestructura identificada en campo, así como de los elementos comúnmente utilizados en los sistemas de alumbrado público. En particular, para los elementos de sujeción, como los brazos, se adaptó la información contenida en el manual de procedimientos de alumbrado público de Medellín, con el fin de asegurar coherencia técnica y estandarización en los criterios de identificación. [[ver manual de identificación](#)].

Anexo B Dashboard en Power BI

En este anexo se presenta el consolidado de la infraestructura diagnosticada durante el levantamiento georreferenciado realizado en el municipio de Rionegro. [[ver dashboard en Power BI](#)]

Anexo C Póster

Departamento de Ingeniería Eléctrica

LEVANTAMIENTO GEORREFERENCIADO DEL INVENTARIO DE ACTIVOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO (SIAP) DEL MUNICIPIO DE RIONEGRO, SEGÚN LO PREVISTO EN LA RESOLUCIÓN 40150 DE 2024 Y RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022.

PRACTICANTE: Andrés Felipe Guzmán Higueta

ASESORES: Jaime Alejandro Valencia, Juan José Castro Vásquez



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA: Ingeniería Eléctrica

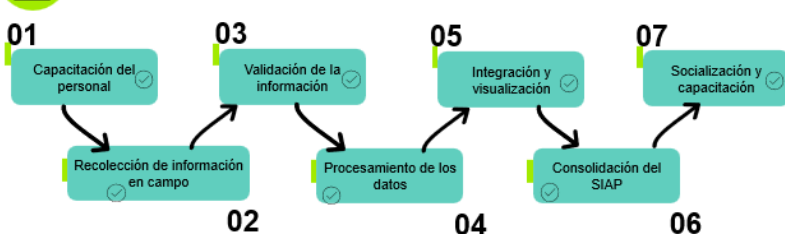
Semestre de la práctica: 2026-1

Introducción

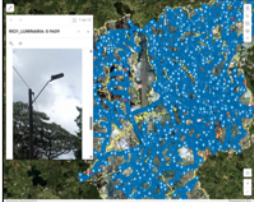
Fluxes Ingeniería S.A.S. es una empresa dedicada al desarrollo de soluciones en el sector eléctrico, destacándose en inventoría, consultoría y ejecución de proyectos. En este contexto, se realizó el levantamiento georreferenciado de los activos del sistema de alumbrado público del municipio de Rionegro, lo que permitió identificar su infraestructura y recopilar información técnica y georreferenciada en campo.

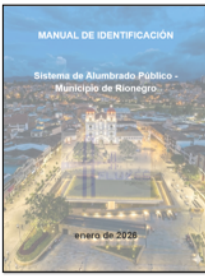
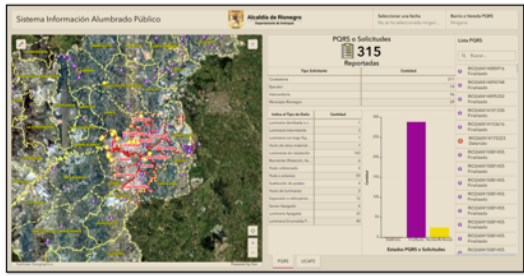
Posteriormente, se llevó a cabo la estructuración, depuración e integración de los datos en una base geográfica, garantizando su calidad y confiabilidad. Como resultado, se consolidó el Sistema de Información de Alumbrado Público (SIAP), en cumplimiento del RETILAP y la ISO 55001, que establecen lineamientos para la gestión eficiente de activos en municipios de categoría especial y primera.

Metodología



Resultados



Objetivos

General

- ✓ Desarrollar y validar el levantamiento georreferenciado del inventario de alumbrado público de Rionegro, mediante la supervisión y estructuración de la información de 21.657 puntos luminosos, garantizando su calidad y cumplimiento de la Resolución 40150 de 2024.

Específicos

- ✓ Analizar la calidad técnica del levantamiento georreferenciado del inventario de la infraestructura de alumbrado público del municipio de Rionegro
- ✓ Desarrollar y optimizar la estructuración, depuración e integración de la información geoespacial del inventario de alumbrado público
- ✓ Apoyar la implementación y puesta en operación del Sistema de Información del Alumbrado Público (SIAP) en la plataforma ArcGIS

Conclusiones

- ✓ El levantamiento georreferenciado permitió identificar 22.661 luminarias, 19.368 postes, 998 cajas y 353 transformadores, consolidando un inventario confiable de la infraestructura de alumbrado público del municipio de Rionegro.
- ✓ La estructuración e integración de la información garantizan el cumplimiento de los lineamientos del RETILAP y aportan a la gestión eficiente de activos, en concordancia con la ISO 55001.
- ✓ La implementación del SIAP constituye una herramienta clave para la toma de decisiones, facilitando la operación, mantenimiento y planificación del sistema de alumbrado público.
- ✓ Se recomienda mantener la información actualizada de manera continua, registrando oportunamente los cambios en la infraestructura, con el fin de asegurar la confiabilidad del sistema y la sostenibilidad del servicio.

DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR:

3135422637
 +57 3135422637

andres.guzmanh@udea.edu.co
 ingeniero1@fluxes.com.co

<https://www.linkedin.com/in/felipe-guzman-316b89204/>