

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, CON EL
CATASTRO DE REDES Y USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE ACUEDUCTO
DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA**



Presentado por:

Luis Adolfo Perdomo Centeno

Cod. d7303598

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Estudios a Distancia

Programa de Ingeniería Civil

Diplomado Sistemas de Información Geográfica

Director: Carlos Marcelo Jaramillo Echeverry

2021

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, CON EL
CATASTRO DE REDES Y USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE ACUEDUCTO
DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA**

Presentado por:

Luis Adolfo Perdomo Centeno

Cod. d7303598

**Ensayo académico del diplomado de Sistemas de Información Geográfica – SIG,
presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil**

Director:

Carlos Marcelo Jaramillo Echeverry

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Estudios a Distancia

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá Colombia

2021

Tabla de Contenido

1. Introducción	8
2. Planteamiento del Problema.....	10
3. Justificación.....	12
4. Objetivos	14
4.1. Objetivo general.....	14
4.2. Objetivos específicos	14
5. Marco Referencial	15
5.1. Antecedentes	15
5.2. Trabajos nacionales relacionados	16
5.3. Trabajos internacionales relacionados	17
5.4. Marco conceptual.....	18
5.5. Descripción del área de estudio	19
6. Diseño Metodológico	21
6.1. Etapa 1. Diagnóstico	21
6.2. Etapa 2. Desarrollo y consolidación de un SIG con el catastro de redes y usuarios del servicio de acueducto	22
6.2.1. <i>Selección del sistema de coordenadas</i>	22
6.2.2. <i>Delimitación área de estudio</i>	24

6.2.3. <i>Elaboración shapefile con el catastro de usuarios</i>	25
6.2.4. <i>Elaboración shapefile catastro de redes</i>	28
6.3. Etapa 3. evaluación y análisis de los resultados	31
7. Resultados	32
7.1. Sistema de Información Geográfico - SIG	32
7.2. Análisis de resultados	40
7.2.1. <i>Catastro de usuarios</i>	40
7.2.2. <i>Catastro de redes</i>	41
8. Planificación y Documentación	45
9. Impacto.....	47
10. Conclusiones.....	48
11. Recomendaciones	50
12. Referencias bibliográficas.....	51

Lista de Tablas

Tabla 1. Coordenadas Planas de delimitación perímetro urbano de Villavieja - Huila	19
Tabla 2. Actividades Diseño Metodológico.....	21
Tabla 3. Información base seleccionada para desarrollar el SIG	22
Tabla 4. Listado de mapas finales del SIG	34
Tabla 5. Clasificación de usuarios por Uso, Tipo y Estrato.....	40
Tabla 6. Estado Actual de los Medidores	41
Tabla 7. Resumen Catastro de Redes Acueducto	42
Tabla 8. Distribución Diámetro de las Tuberías	43
Tabla 9. Planificación y documentación	45

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Macro Localización del municipio de Villavieja – Huila.....	20
Ilustración 2. Área de estudio.	20
Ilustración 3. Orígenes de Coordenadas en Colombia.....	23
Ilustración 4. Sistema de Coordenadas y Herramienta de Proyecciones y Transformaciones ArcToolbox	23
Ilustración 5. Delimitación Área del Proyecto.....	24
Ilustración 6. Herramienta de Análisis, Conversiones y Transformaciones ArcToolbox	24
Ilustración 7. Arreglo de cartografía base al área de estudio	25
Ilustración 8. Procesamiento de base de datos catastro de usuarios	26
Ilustración 9. Importe de datos catastro de usuarios al ArcGIS.....	26
Ilustración 10. Tabla de Atributos Catastro de Usuarios	27
Ilustración 11. Generación de capas catastro de usuarios por categorías	27
Ilustración 12. Capas que componen el Catastro de Usuarios de Villavieja.	28
Ilustración 13. Plano en AutoCAD Acueducto Urbano de Villavieja	28
Ilustración 14. Importación de datos DWG catastro de redes al ArcGIS	29
Ilustración 15. Shapefiles Catastro de Acueducto	29
Ilustración 16. Clasificación redes de acueducto por categorías	30
Ilustración 17. Tabla de Atributos Catastro de Redes.....	31
Ilustración 18. Catastro de Redes Acueducto Urbano Villavieja	31
Ilustración 19. Estructura del SIG.....	32
Ilustración 20. Base de datos catastro de usuarios.....	33

Ilustración 21. Base de datos catastro de redes.....	33
Ilustración 22. Mapa Catastro de Usuarios – Estado de Medidores	35
Ilustración 23. Mapa Catastro de Usuarios – Por estratificación.....	36
Ilustración 24. Mapa Catastro de Usuarios – Por Tipo de Suscriptor.....	37
Ilustración 25. Mapa Catastro de Usuarios – Por Uso del Suelo	38
Ilustración 26. Catastro de Redes de Acueducto	39
Ilustración 27. Distribución de Redes por material y diámetro	42
Ilustración 28. Clasificación por diámetro de las tuberías.....	43

1. Introducción

Uno de los deberes esenciales de los entes territoriales, dentro de su finalidad social, es asegurar a sus pobladores el acceso y la prestación de servicios públicos domiciliarios de manera eficiente y de buena calidad. Por ello resulta imprescindible velar porque los prestadores de servicios públicos domiciliarios presentes en sus territorios, cuenten con estrategias de modernización empresarial, que aseguren la prestación de los servicios públicos, bajo los estándares de calidad y eficiencia exigidos por los entes de control y regulación.

El concepto de modernización empresarial en servicios públicos busca que los prestadores de servicios públicos domiciliarios, desarrollen y cuenten con sus propios instrumentos que faciliten, apoyen y garanticen la sostenibilidad financiera, social y ambiental. Dentro de dichos componentes de modernización, se contempla la necesidad de disponer de la información básica de sus usuarios, las redes de servicios públicos a su cargo y establecer mecanismos y procedimientos ágiles para su actualización y administración.

Un mecanismo idóneo que se viene aplicando para administrar la información del catastro de redes y usuarios es a través de los SIG (Sistemas de Información Geográfica), ya que posibilitan el manejo de la información en tiempo real y de manera dinámica, generando beneficios a los prestadores de servicios públicos, favoreciendo el mejoramiento de sus procesos comerciales de facturación, y la planeación de sus inversiones en el mantenimiento, reposición y/o expansión de su infraestructura.

En Colombia, el uso de herramientas como los SIG en la administración de los servicios públicos domiciliarios, han sido implementadas con mayor abundancia y rigor, por prestadores del sector privado y/o estatales en grandes ciudades del país; quedando rezagadas en gran porcentaje las medianas y pequeñas empresas de carácter oficial, que operan principalmente en municipios de quinta y sexta categoría. Este fenómeno obedece a que estos territorios presentan dificultades sociales por los elevados niveles de población vulnerable y abundantes necesidades básicas insatisfechas, sumado a ello su limitación en recursos y dependencia de las transferencias del gobierno central, imposibilitando la destinación de recursos para este tipo de iniciativas.

Tal es el caso del municipio de Villavieja Huila y su empresa de acueducto, que en atención a su contexto social y económico, se le ha imposibilitado desarrollar de manera autónoma estas herramientas, para la modernización de los servicios públicos que prestan.

Mediante este trabajo se presenta el procedimiento y resultados obtenidos en la organización de la información existente referente a los usuarios y redes del servicio de acueducto, a cargo de las Empresas Públicas de Villavieja SAS ESP, en un SIG que facilite su manejo, gestión y sea un buen soporte para la toma de decisiones.

2. Planteamiento del Problema

Las Empresas públicas de Villavieja S.A.S. E.S.P. en una entidad de carácter oficial que presta el servicio de acueducto en la zona urbana del Municipio de Villavieja - Huila. En la actualidad dicha institución viene presentando dificultades en su estabilidad financiera, lo que no le está permitiendo un equilibrio económico para cubrir sus gastos administrativos y operativos, lo cual pone en riesgo la continuidad en la prestación del servicio público de acueducto a sus pobladores en el corto y mediano plazo.

Tal situación obedece a diversos factores, dentro de los que se destacan: las condiciones técnicas de obtención y tratamiento del recurso hídrico (captación por bombeo del río Magdalena), que generan elevados costos operativos, cumplimiento de vida útil de la infraestructura, existiendo un rezago en las inversiones para la modernización de los sistemas de captación, producción y distribución, no disponibilidad, actualización y/o implementación de los instrumentos y herramientas administrativas, técnicas y operativas, esenciales para la adecuada gestión empresarial del servicio público prestado.

De acuerdo con los resultados presentados en el Informe de Gestión de las Empresas Públicas de Villavieja, de la vigencia 2020, dentro de las falencias identificadas para la empresa y que ponen en riesgo la continuidad en su operación se tienen: elevados costos en el servicio público de energía para los sistemas de bombeo, elevados costos en insumos químicos para la potabilización del agua, altos niveles de fugas en las redes y fraudes, que se reflejan en actual índice de agua no contabilizada que es superior al 60%, bajo nivel de recaudo e incremento de la cartera, entre otros.

De acuerdo a lo anterior, para la empresa se hace necesario el desarrollo de actividades que permitan mejorar sus procesos administrativos, con el fin de diagnosticar su estado actual y establecer un plan de acción, para lograr sus objetivos en ingresos e inversiones requeridas.

Para dicho propósito, los instrumentos y herramientas técnicas y administrativas, se constituyen en un componente esencial en la toma de decisiones dentro de la entidad, siendo el catastro de usuarios y redes, una herramienta técnica y administrativa de gran importancia, ya que permite mejorar y dinamizar, los procesos de facturación, como la planeación en el mantenimiento, optimización y/o modernización del sistema de acueducto.

3. Justificación

Las empresas de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, regidas por la Ley 142 de 1994, deben ser auto sostenibles, tanto para su funcionamiento, como las inversiones que debe realizar para garantizar la prestación del servicio, bajo criterios de calidad y continuidad. Para dicho propósito, deben ser eficientes en sus distintos procesos administrativos, técnicos y operativos. Dentro de dichos procesos, se debe contar con una adecuada organización, administración y operación de su infraestructura; de la cual hacen parte los sistemas de redes de acueducto, al igual que los suscriptores o usuarios, a quienes se brinda el servicio.

Es por ello que el manejo del catastro de redes y usuarios del servicio de acueducto a través de un SIG se constituye en un instrumento y/o herramienta que favorece dichos procesos organizacionales, pues mediante los distintos análisis, reportes y/o evaluaciones, permite identificar falencias, fortalezas y oportunidades en la prestación del servicio.

Adicionalmente por normatividad emitida por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA; entidades a cargo de la vigilancia y control sobre las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, entre otros; se establece la obligatoriedad de los prestadores de contar con los catastros de redes y usuarios de manera completa, organizada y actualizada (Artículo 1 de la Resolución CRA 271 de 2003 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS).

Los SIG son una herramienta con suficientes bondades, para el propósito de mantener la información completa, organizada y actualizada, facilitando el trabajo técnico y administrativo de los prestadores de servicios públicos.

En la actualidad la Empresa de Servicios Públicos de Villavieja, que presta el servicio de acueducto a una población 2393 habitantes ubicados en la zona urbana del municipio (DANE, 2020), no cuenta con dichos instrumentos de gestión, por lo cual se hace necesario su desarrollo e implementación. La creación de un SIG de usuarios y redes generará beneficios para la entidad, puesto que ayudará en la adopción de estrategias para reducir el riesgo de suspensión en la prestación del servicio, se harán más eficientes los procesos de facturación, lo cual se verá reflejado en mejora de los ingresos económicos. A su vez será un instrumento de consulta para priorizar las inversiones de la entidad en reposición, expansión y modernización de su infraestructura.

Como se puede justificar con lo expuesto anteriormente, son muchos los beneficios que pueden surgir a partir de un SIG, pero para hacer realidad y potenciar dichas utilidades, se hace necesario que el prestador del servicio, garantice los procesos de actualización de la información de sus usuarios y del sistema de acueducto. Es allí donde la herramienta SIG, también entra a jugar un papel fundamental, ya que su estructura facilita y posibilita los procesos de actualización y retroalimentación de la información.

Finalmente se espera que con una adecuada gestión de los servicios públicos apoyada con este tipo de herramientas, los beneficios también se trasladen a los usuarios de la zona urbana del municipio de Villavieja, recibiendo mejores condiciones en términos de calidad, continuidad, oportunidad y eficiencia en el servicio público de acueducto.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Organizar y presentar la información del catastro de redes y usuarios del servicio público de acueducto de la zona urbana del municipio de Villavieja Huila, en un SIG, utilizando los principios y herramientas aplicables a los Sistemas de Información Geográfica – SIG.

4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar a partir de la información espacial disponible de usuarios y redes de acueducto, la estructura de un Sistema de Información Geográfica – SIG, como herramienta de consulta, soporte y actualización de la información de redes y usuarios en procura de apoyar la administración y operación del servicio público.
- Aplicar el uso del software ArcGis con sus extensiones ArcCatalog y ArcMap, para desarrollar el Sistema de Información Geográfica – SIG, determinando los criterios de trabajo y consulta que más se ajusten a las necesidades de la entidad.
- Crear la base de datos con la información del catastro de usuarios y redes del servicio de acueducto de la zona urbana del municipio de Villavieja.
- Realizar mapas del servicio de acueducto urbano del Municipio de Villavieja Huila, donde se evidencie la caracterización e información relevante de usuarios y redes y que permita su análisis, para identificar y conocer sus condiciones actuales.

5. Marco Referencial

5.1. Antecedentes

De acuerdo con Perdomo, (2020), el acueducto de la zona urbana del municipio de Villavieja, es un sistema con más de 50 años en operación, administrado inicialmente por el municipio de Villavieja directamente, luego por la Empresa Aguas del Desierto en Liquidación y a partir del año 2010 por las Empresas Públicas de Villavieja S.A. E.S.P., que es una empresa de servicios públicos con autonomía administrativa, financiera y patrimonial; creada como una sociedad anónima simplificada de derecho público, mediante registro de cámara de comercio el 06 de agosto del año 2010, cuyos accionistas son: el Municipio de Villavieja Huila con el 99% de las acciones y la ESE Hospital el Perpetuo Socorro del Municipio de Villavieja, con el 1%. Actualmente presta los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

El servicio de acueducto presenta las siguientes condiciones técnicas: fuente de captación es el Río Magdalena, a nivel de infraestructura, consta de una estación de bombeo con capacidad para 3 motobombas entre 30 a 40 HP, una Planta de Tratamiento de Agua Potable - PTAP convencional con capacidad de tratar hasta 20 litros por segundo, 2 tanques con capacidad almacenar 398 y 593 metros cúbicos respectivamente y el sistema de redes de conducción y distribución en tuberías de material PVC y Asbesto Cemento, con diámetros en el rango de 2 a 8 pulgadas.

Como información y herramientas preliminares disponibles para la gestión de los servicios públicos se tiene: Planos en formato DWG de los Servicios Públicos del Esquema de

Ordenamiento Territorial (Acuerdos 020 de 2000 y 03 de 2019), Planos en formato DWG del acueducto de la zona urbana, de acuerdo a Informe Diagnostico del municipio de Villavieja 2011, elaborado por Aguas del Huila SA ESP, Gestor del Plan Departamental de Aguas y el informe del censo de usuarios de predios y manzanas, de los municipio de Tello y Villavieja, elaborado por Aguas del Huila SA ESP, en el primer semestre de 2021.

5.2. Trabajos nacionales relacionados

Buitrago, 2018, presentó una propuesta de implementación de un SIG para la administración y gestión del sistema de acueducto del municipio de Bahía Solano – Chocó, cuya finalidad era ofrecer mejores condiciones de operación del sistema de acueducto, facilitando la generación de mapas temáticos, reducción del trabajo de campo, identificación y cuantificación de elementos con atributos específicos, entre otros.

Carvajal, Vivas y Suarez, 2018, desarrollaron un proyecto para la Actualización del Catastro de Usuarios para la Empresa de Servicios Públicos del Centro Poblado la Esmeralda del Municipio de Arauquita “ECADES E.S.P.”, Departamento de Arauca; donde recolectaron la información de campo, efectuaron el diagnóstico y caracterizaron los suscriptores.

Peña, Torrez y Vera, 2014, desarrollaron el proyecto de Levantamiento de Información de Catastro de Usuarios e Implementación del Sistema de Información Geográfica en el Municipio de Tumaco para la Expansión de las Redes de las Empresas de Servicios Públicos, en búsqueda de actualizar la base de datos de suscriptores residenciales, comerciales e industriales, a fin de contar con un insumo base actualizado, para direccionar las políticas locales de planeación e

inversión en infraestructura de servicios públicos, que permitiera la ampliación de coberturas en los servicios de luz, telecomunicaciones, acueducto, alcantarillado y recolección de basuras.

Torres y Vélez, 2010, desarrollaron un proyecto para el Diagnostico y Actualización del Catastro de las Redes Matrices de Acueducto del Municipio Dosquebradas Risaralda, a partir de un SIG como herramienta de gestión de dicho sistema, donde se identificaron y plasmaron atributos de todas las redes como: diámetros, tipos de tubería, estado, presiones, longitud y se identificaron tramos y puntos críticos, entre otros aspectos.

5.3. Trabajos internacionales relacionados

López, 2012, realizó un proyecto de Sistema de Información Geográfica aplicado al Catastro de Agua Potable del Cantón Paute, Ecuador, para facilitar la gestión de las redes, a través de la integración de información espacial y temática del área de estudio.

González y Bejarano, 2018, realizaron una investigación para el modelado hidráulico de redes de acueducto en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, a través de la captura, procesamiento y sistematización de datos en un SIG. Como resultado se obtuvo un procedimiento teórico y metodológico para el tratamiento y gestión de la información de manera georeferenciada y ajustada a los estándares para este tipo de datos espaciales, y su incorporación para su uso en un software de modelado hidráulico.

5.4. Marco conceptual

Catastro de Suscriptores: Conjunto de registros y procedimientos que permiten identificar, caracterizar y localizar los usuarios de los servicios y sus acometidas. La principal fuente de información del catastro de suscriptores es el censo de usuarios activos y potenciales del servicio, el cual se debe ejecutar técnicamente para alimentar o actualizar el catastro con información confiable y real. Una vez definido el catastro de suscriptores con la información obtenida en el censo de usuarios, es indispensable definir e implementar procedimientos adecuados para obtener su actualización y mantenimiento permanente. (MINDESARROLLO, 2004).

Catastro de Redes: Es un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, planos, etc.) y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de las redes. (MINDESARROLLO, 2002).

SIG: Es una estructura para recopilar, gestionar y analizar datos. Arraigado a la ciencia de la geografía, SIG integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones mediante mapas y escenas en 3D. Con esta capacidad única, los SIG permiten revelar información más profunda sobre los datos, como los patrones, las relaciones y las situaciones, lo que ayuda a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes. (ESRI, 2021).

5.5. Descripción del área de estudio

El presente trabajo es específico al sistema de acueducto de la cabecera municipal del Municipio de Villavieja en el Departamento del Huila, población ubicada al norte del departamento, sobre la margen oriental del río Magdalena, a una distancia aproximada de 37,6 kilómetros de la ciudad de Neiva, la capital huilense.

Según el EOT del año 2019, el perímetro urbano del municipio cuenta con una extensión 83 hectáreas 6010 metros cuadrados, que representan el 0,15% del total de área municipal y se delimita de la siguiente manera:

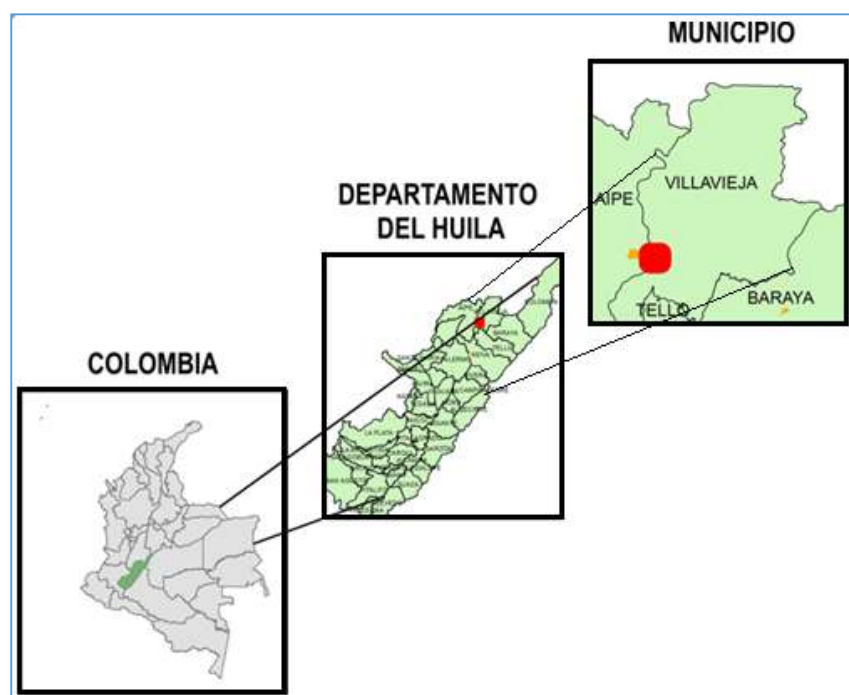
Tabla 1. Coordenadas Planas de delimitación perímetro urbano de Villavieja - Huila

No	Coordenada		No	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	873775,68	847016,81	13	873311,00	848275,83
2	874040,17	847158,29	14	873165,81	848276,99
3	874019,53	847223,30	15	873045,92	848095,02
4	874313,68	847426,71	16	872934,34	848255,16
5	874156,53	847592,86	17	872817,34	848325,88
6	873952,69	847480,89	18	872594,96	848325,71
7	873798,76	847733,18	19	872680,08	848130,61
8	873902,58	847793,33	20	872870,40	847858,61
9	873784,91	847918,88	21	872909,55	847474,10
10	873705,54	847876,81	22	872985,34	847417,53
11	873564,33	848033,16	23	873290,27	847686,89
12	873481,83	847981,38	24	873634,72	847408,39

Fuente: EOT (2019)

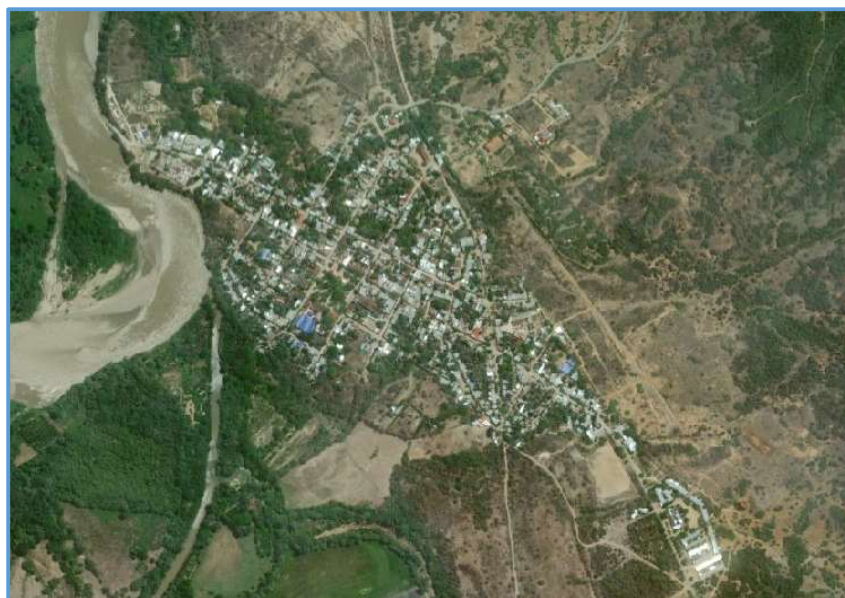
A continuación, en las ilustraciones 1 y 2, se presenta la macro localización del municipio de Villavieja – Huila y el área de estudio:

Ilustración 1. Macro Localización del municipio de Villavieja – Huila.



Fuente: EOT (2019)

Ilustración 2. Área de estudio.



Fuente: Google Earth (2021)

6. Diseño Metodológico

Para desarrollar el sistema de información con el catastro de redes y de usuarios del servicio de acueducto en la zona urbana del municipio de Villavieja, fue necesario implementar 3 etapas, cuyas actividades se resumen a continuación:

Tabla 2. Actividades Diseño Metodológico

ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO	
ACTIVIDADES	
1	Selección temática del proyecto
2	Definición del área de estudio
3	Recopilación de información
ETAPA 2 - DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE UN SIG CON EL CATASTRO DE REDES Y USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO	
ACTIVIDADES	
1	Selección del sistema de coordenadas a emplear
2	Delimitación área de estudio
3	Elaboración shapefile con el catastro de usuarios
4	Elaboración shapefile catastro de redes
ETAPA 3 - EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
ACTIVIDADES	
1	Tabulación de los resultados obtenidos y su análisis.
2	Conclusiones y recomendaciones

Fuente: Autor

6.1. Etapa 1. Diagnóstico

Para el desarrollo de esta etapa diagnóstica, fue necesario definir inicialmente la temática del proyecto, donde se logró por medio de la revisión bibliográfica, identificar el uso de los SIG en el desarrollo de catastros de usuarios y redes para la gestión de los servicios públicos domiciliarios, lo cual permitió priorizar su aplicación en el presente trabajo.

Una vez evaluadas las condiciones de localización y la posibilidad de acceso y fácil consecución de la información, fue seleccionada la zona urbana del municipio de Villavieja Huila, como área de estudio.

Se procedió a realizar la recopilación de información con el prestador del servicio de acueducto (Empresas Públicas de Villavieja S.A.S. E.S.P.), la Alcaldía Municipal de Villavieja, Aguas del Huila SA ESP como Gestor del Plan de Aguas en el Departamento del Huila y se obtuvo la cartografía base desde el Geoportal del IGAC. Se efectuó la respectiva revisión y selección de la información.

Tabla 3. Información base seleccionada para desarrollar el SIG

ENTIDAD	INFORMACIÓN SELECCIONADA
IGAC	Cartografía Base
Alcaldía Municipal de Villavieja	EOT
Empresas Públicas de Villavieja S.A. E.S.P.	Informe de Gestión 2020
Aguas del Huila S.A. E.S.P.	Plano en formato DWG Acueducto Urbano de Villavieja (Actualizado en el año 2011)
	Censo de Usuarios Acueducto en formato XLS (Elaborado en el semestre A de 2021)

Fuente: Autor

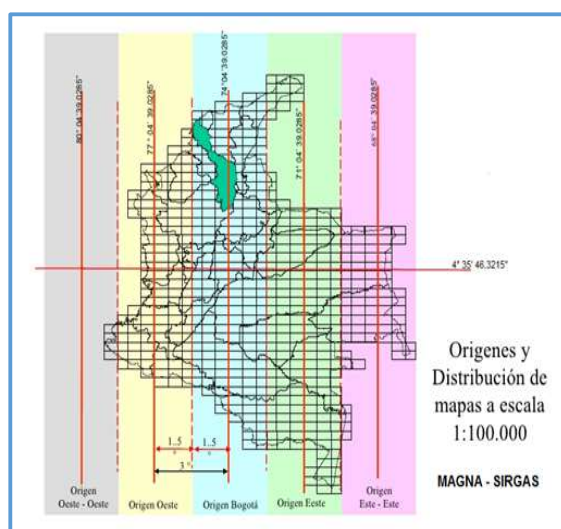
6.2. Etapa 2. Desarrollo y consolidación de un SIG con el catastro de redes y usuarios del servicio de acueducto

6.2.1. Selección del sistema de coordenadas

Una vez verificada la Ilustración 3, respecto al área de estudio que está ubicada al norte del departamento del Huila, se enmarca en el rango del origen de coordenadas de Centro o Bogotá, por lo cual se seleccionó para el SIG, el Sistema de Coordenadas Magna Colombia Bogotá. En

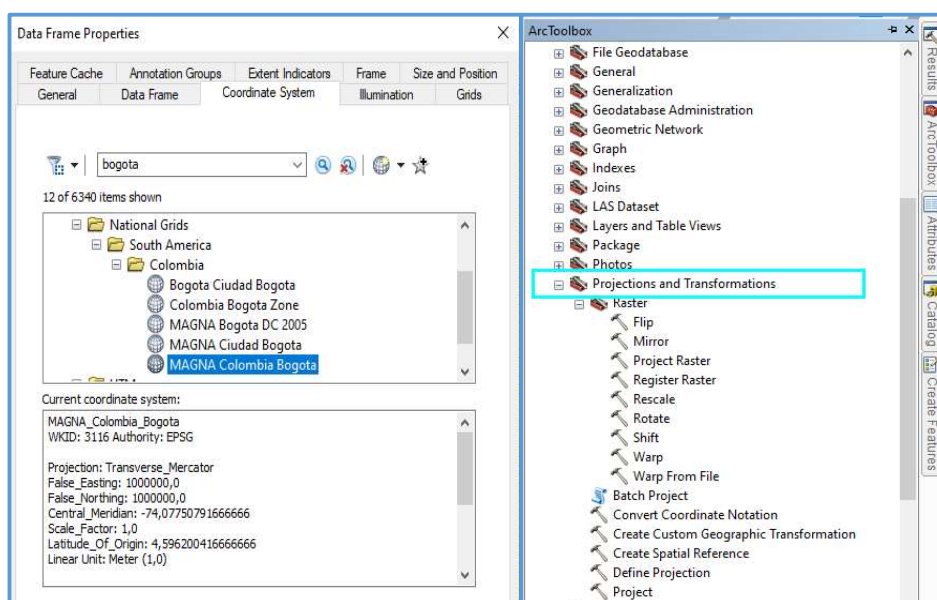
tal sentido para unificar, se debieron proyectar todos los elementos a este Sistema de Coordenadas, con ayuda de la herramienta ArcToolbox (Ver Ilustración 4).

Ilustración 3. Orígenes de Coordenadas en Colombia



Fuente: IGAC (2021)

Ilustración 4. Sistema de Coordenadas y Herramienta de Proyecciones y Transformaciones ArcToolbox

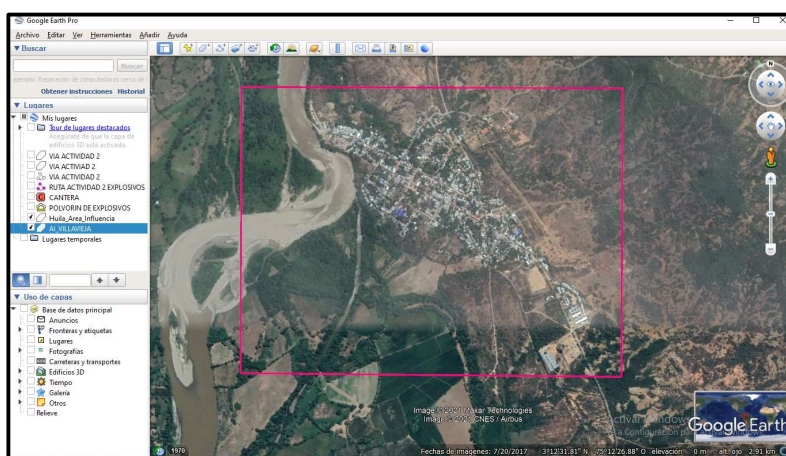


Fuente: Autor

6.2.2. Delimitación área de estudio

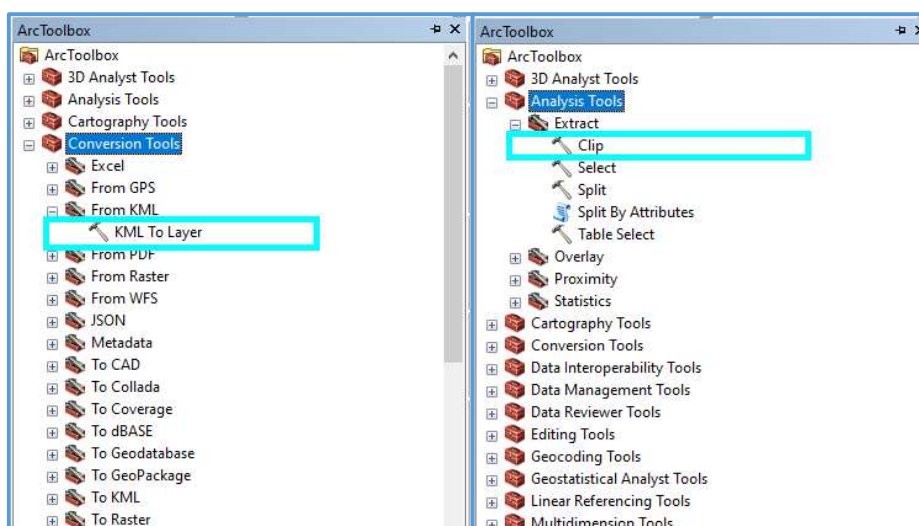
Con ayuda de la plataforma Google Earth se demarco el área de estudio y se guardó en un formato KML. Seguidamente se efectuó la importación al ArcGIS y se convirtió a Layer. A partir de este polígono se delimitó la cartografía base del IGAC y demás información espacial trabajada. Estos procedimientos se efectuaron con ayuda de la herramienta ArcToolbox.

Ilustración 5. Delimitación Área del Proyecto



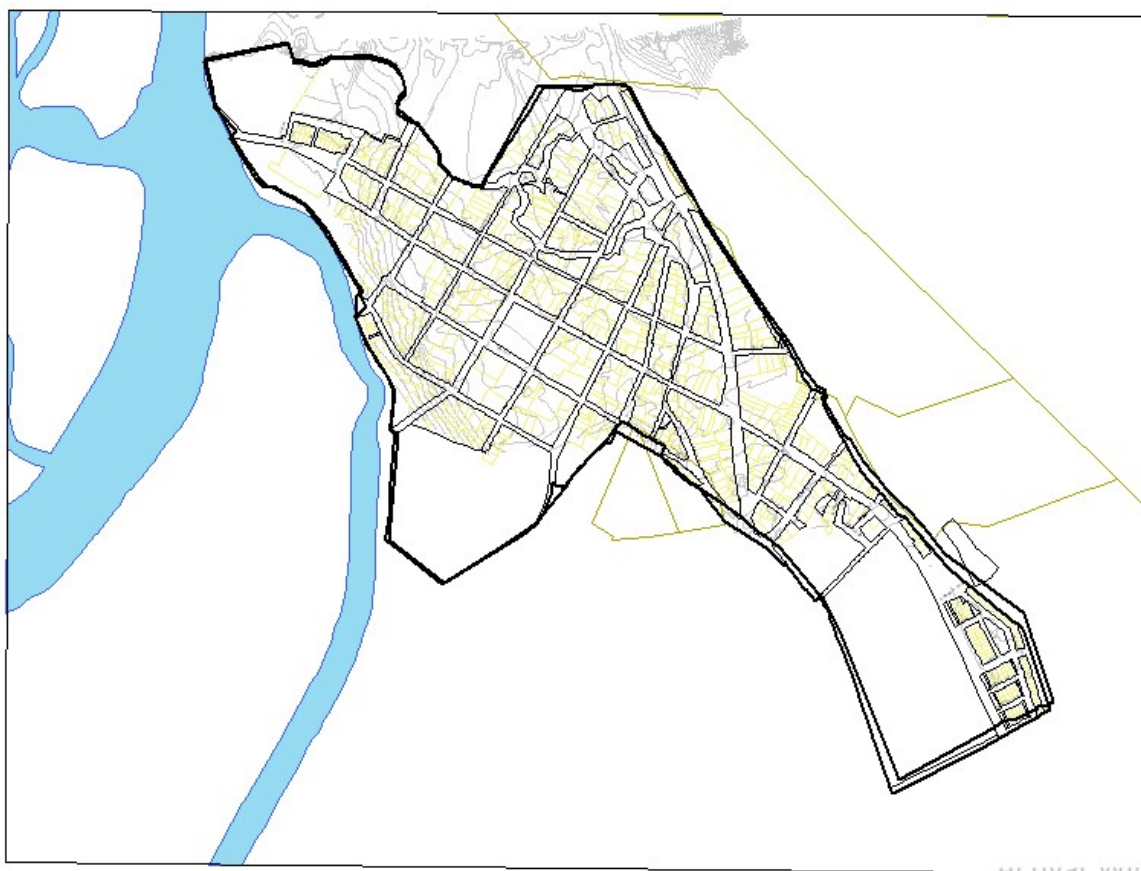
Fuente: Google Earth (2021)

Ilustración 6. Herramienta de Análisis, Conversiones y Transformaciones ArcToolbox



Fuente: Autor

Ilustración 7. Arreglo de cartografía base al área de estudio



Fuente: Autor

6.2.3. *Elaboración shapefile con el catastro de usuarios*

Para el desarrollo de esta actividad, fue necesario procesar y delimitar al área de estudio la información disponible del censo de usuarios en archivo de formato XLS. Seguidamente se importaron los datos al ArcGIS, generando un shapefile de puntos. A partir de este se elaboraron las distintas capas de acuerdo a los criterios de evaluación, indicados a continuación:

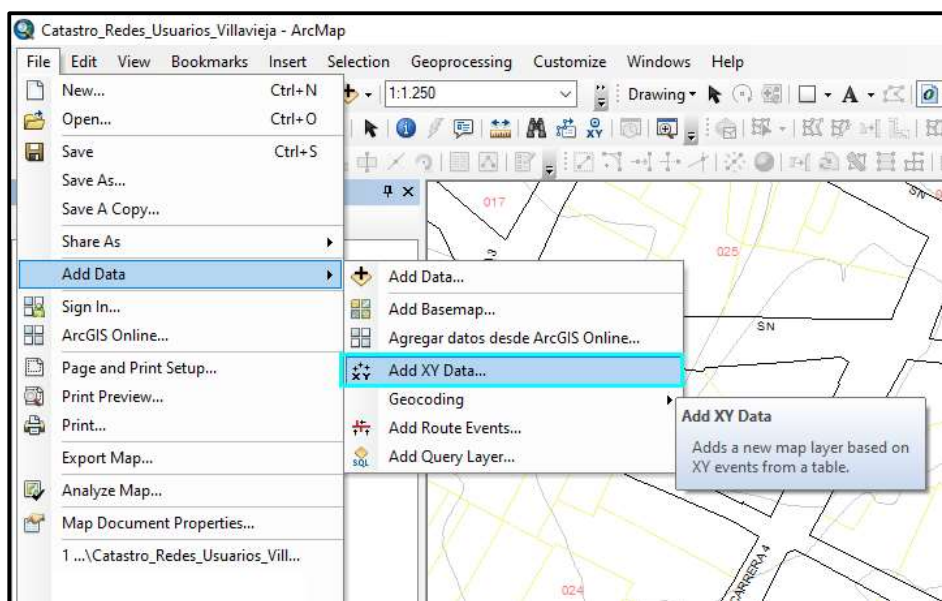
- Estado de los medidores
- Catastro de usuarios por uso del suelo
- Catastro de usuarios por estratificación socioeconómica
- Catastro de usuarios por tipo de suscriptor

Ilustración 8. Procesamiento de base de datos catastro de usuarios

OBJ ECTI D	X	Y	Num En cuest	Municipi	Localida d	Tipo de Usuar	Nombre y Apellidos	Estrat	Barrio	Uso	Tipo de predio
359	358	-8373300.91	358760.54	101	Villavieja	URBANO	Activo	ENRIQUE GUZMAN	2	LA ESTACIÓN	Residencial En construcción
360	359	-8373294.70	358774.30	102	Villavieja	URBANO	Activo	ABRAHAM RAMIREZ	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
361	360	-8373290.26	358782.43	103	Villavieja	URBANO	Activo	ADELAIDA MARIN	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
362	361	-8373285.30	358791.83	104	Villavieja	URBANO	Activo	JOSEFINA TOVAR MANRRIQUE	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
363	362	-8373270.88	358797.65	105	Villavieja	URBANO	Activo	JHON EDWIN OCARJE MANRRIQUE	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
364	363	-8373256.99	358789.98	106	Villavieja	URBANO	Activo	MARTHA OLAYA CONDE	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
365	364	-8373247.73	358785.15	107	Villavieja	URBANO	Activo	RAMIRO IBARRA MEDINA	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
366	365	-8373243.70	358782.83	108	Villavieja	URBANO	Activo	BENILDA MARTINEZ # 01	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
367	366	-8373238.01	358779.52	109	Villavieja	URBANO	Activo	MARTINEZ BENILDA # 02	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
368	367	-8373230.07	358775.49	110	Villavieja	URBANO	Activo	LUIS CELIS PERDOMOS	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
369	368	-8373218.16	358769.01	151	Villavieja	URBANO	Activo	LIGIA CONDE DE OLAYA	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
370	369	-8373208.71	358757.56	152	Villavieja	URBANO	Activo	CHARRY OLAYA CONDE	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
371	370	-8373212.34	358747.64	153	Villavieja	URBANO	Activo	CARDOZ MELGAR URBANO	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
372	371	-8373270.81	358817.04	160	Villavieja	URBANO	Activo	SILVESTRA TOVAR DE PERDOMO	2	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
373	372	-8373266.04	358825.91	161	Villavieja	URBANO	Activo	BEJAMIN SANCHEZ	1	LA PORTADA	Residencial Construida
374	373	-8373263.00	358830.93	162	Villavieja	URBANO	Activo	ALVARO DURAN TOVAR	1	LA ESTACIÓN	Comercial Construida
375	374	-8373257.71	358840.06	163	Villavieja	URBANO	Activo	CALDERON CLEMENTE	1	LA ESTACIÓN	Comercial En construcción
376	375	-8373252.68	358848.79	164	Villavieja	URBANO	Factible		1	LA ESTACIÓN	Residencial Abandonado
377	376	-8373248.18	358856.86	165	Villavieja	URBANO	Potencial		1	LA ESTACIÓN	Residencial Construida
378	377	-8373243.29	358866.12	166	Villavieja	URBANO	Activo	SUSANA TOVAR DE TAPA	2	LA PORTADA	Residencial Construida

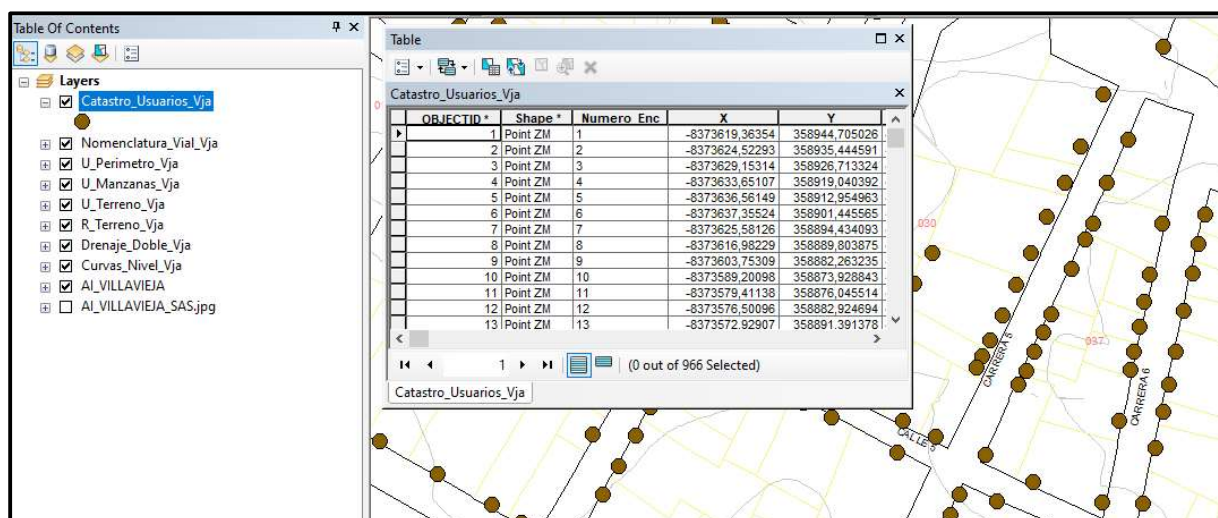
Fuente: Autor

Ilustración 9. Importe de datos catastro de usuarios al ArcGIS



Fuente: Autor

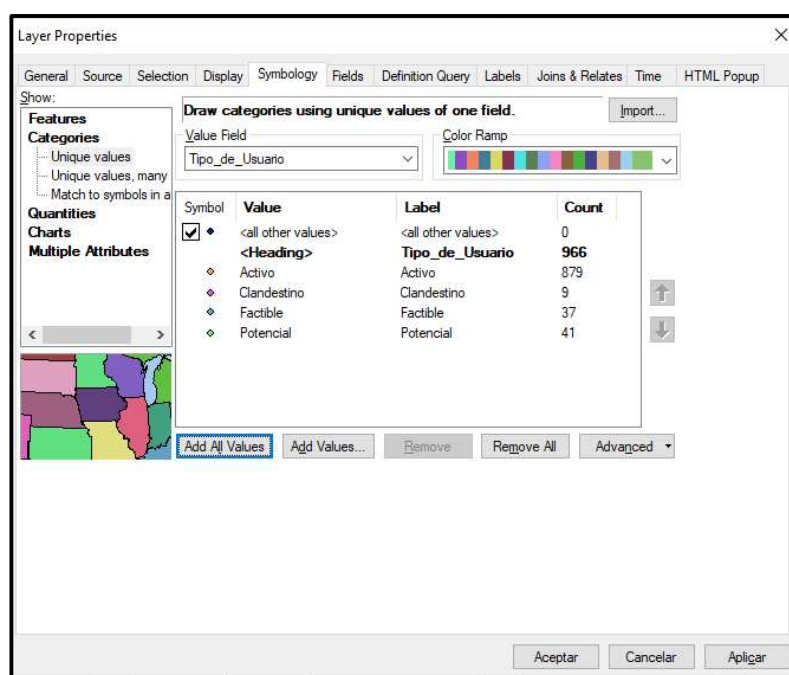
Ilustración 10. Tabla de Atributos Catastro de Usuarios



OBJECTID	Shape	Numero Enc	X	Y
1	Point ZM	1	-8373619.36354	358944.705026
2	Point ZM	2	-8373624.52293	358935.444591
3	Point ZM	3	-8373629.15314	358926.713324
4	Point ZM	4	-8373633.65107	358919.040392
5	Point ZM	5	-8373636.56149	358912.954963
6	Point ZM	6	-8373637.35524	358901.445565
7	Point ZM	7	-8373625.58126	358894.434093
8	Point ZM	8	-8373616.98229	358889.803875
9	Point ZM	9	-8373603.75309	358882.263235
10	Point ZM	10	-8373589.20098	358873.928843
11	Point ZM	11	-8373579.41138	358876.045514
12	Point ZM	12	-8373576.50096	358882.924694
13	Point ZM	13	-8373572.92907	358891.391378

Fuente: Autor

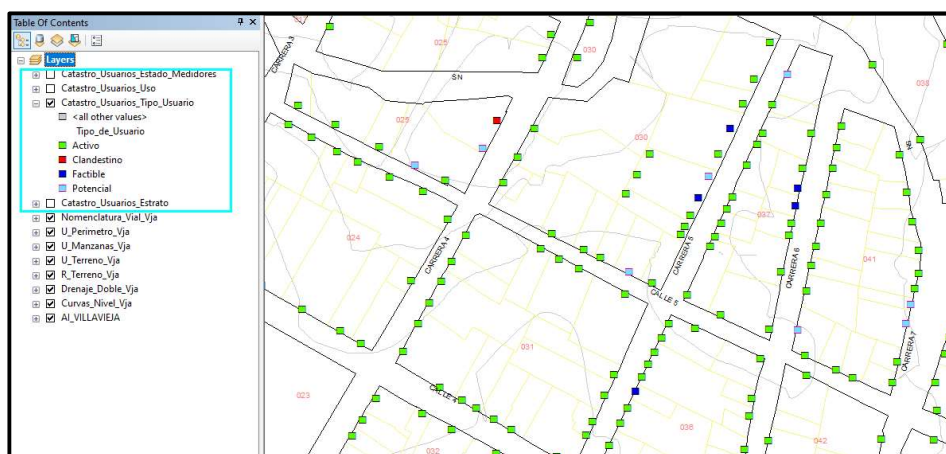
Ilustración 11. Generación de capas catastro de usuarios por categorías



Symbol	Value	Label	Count
☒	<all other values>	<all other values>	0
	<Heading>	Tipo_de_Usuario	966
☐	Activo	Activo	879
☐	Clandestino	Clandestino	9
☐	Factible	Factible	37
☐	Potencial	Potencial	41

Fuente: Autor

Ilustración 12. Capas que componen el Catastro de Usuarios de Villavieja.

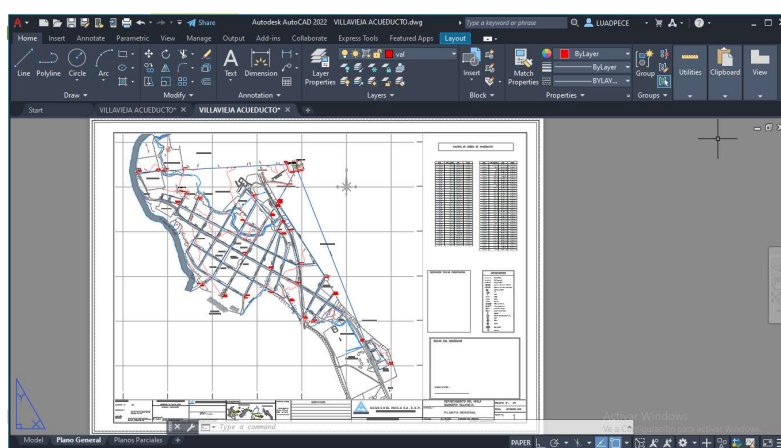


Fuente: Autor

6.2.4. *Elaboración shapefile catastro de redes*

Para el desarrollo de este catastro se contaba con un archivo de AutoCAD, con el sistema de acueducto, cuya última actualización data del año 2010. La información más relevante identificada y clasificada por Capas, correspondía al tipo de material y diámetros de las tuberías y algunos elementos del sistema como la estación de bombeo, la planta de tratamiento de agua potable – PTAP, nodos y accesorios.

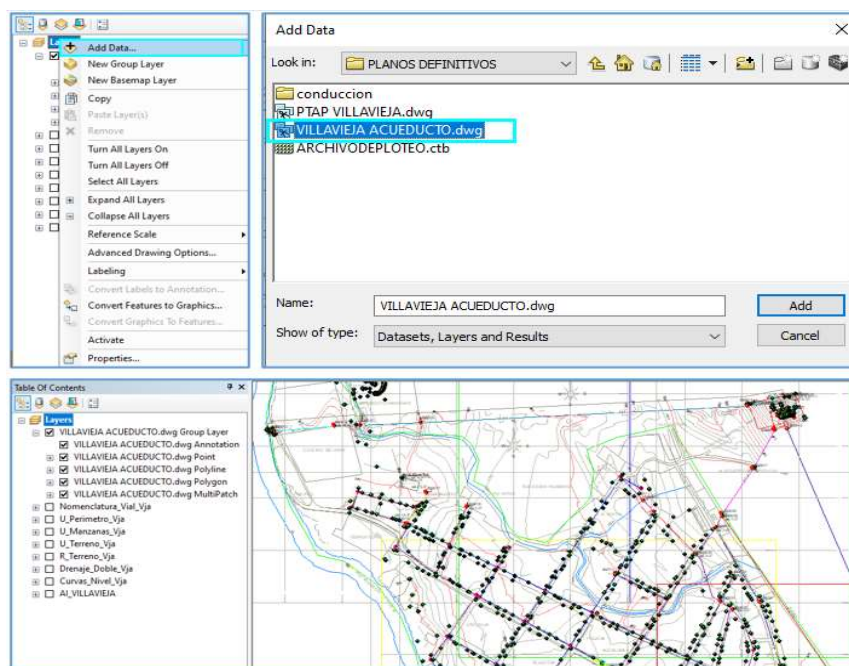
Ilustración 13. Plano en AutoCAD Acueducto Urbano de Villavieja



Fuente: Autor

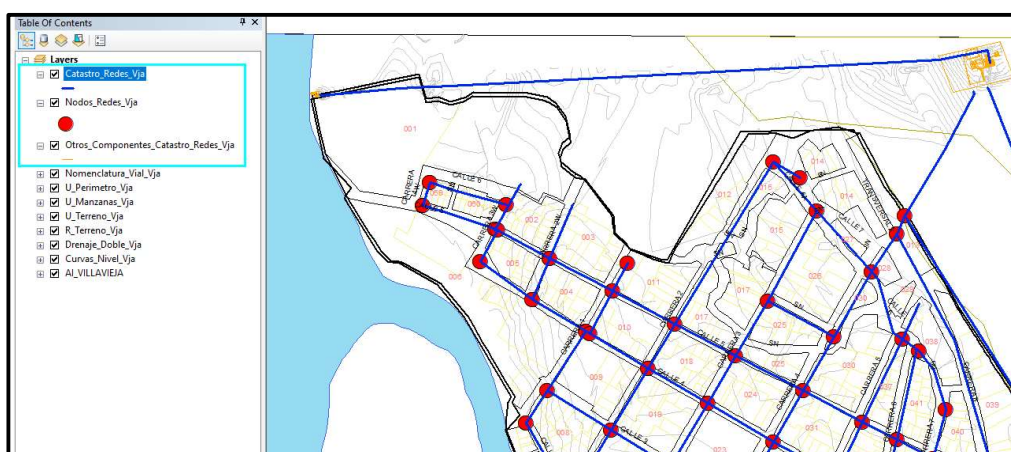
Se importó el plano al software ArcGIS, se procesaron los datos requeridos y convertidos a shapefiles de puntos y líneas para identificar tuberías, nodos, entre otros elementos del sistema de acueducto.

Ilustración 14. Importación de datos DWG catastro de redes al ArcGIS



Fuente: Autor

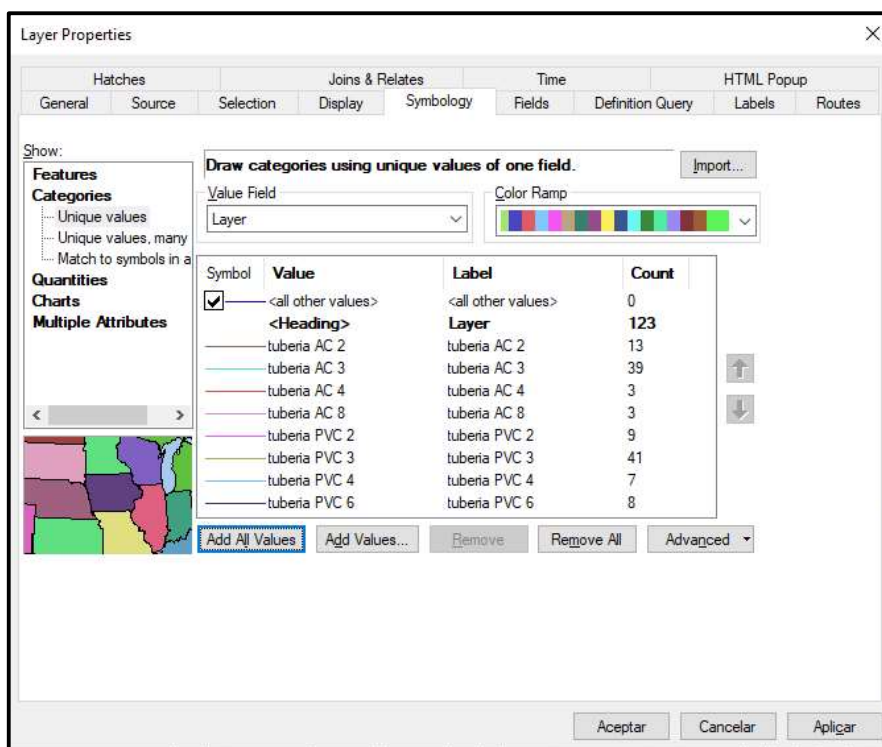
Ilustración 15. Shapefiles Catastro de Acueducto



Fuente: Autor

Seguidamente se procedió a clasificar por categorías (material y diámetro) las redes del sistema de acueducto, para mejorar su visualización en los planos finales.

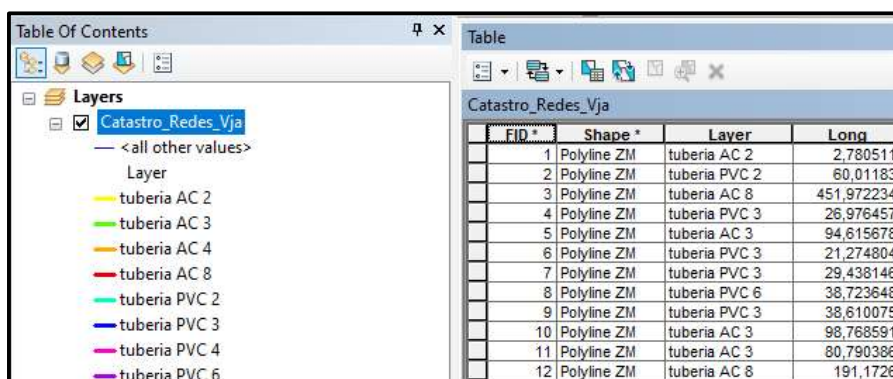
Ilustración 16. Clasificación redes de acueducto por categorías



Fuente: Autor

Igualmente, para facilitar el análisis de la información, con ayuda de las herramientas de la tabla de atributos, se generó una nueva fila para calcular e insertar la longitud de las tuberías, como elemento esencial en este tipo de catastros.

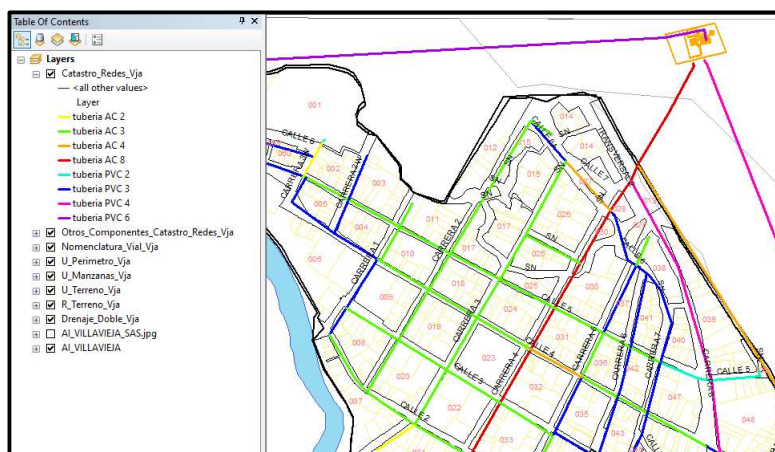
Ilustración 17. Tabla de Atributos Catastro de Redes



FID *	Shape *	Layer	Long
1	Polyline ZM	tuberia AC 2	2,780511
2	Polyline ZM	tuberia PVC 2	60,01183
3	Polyline ZM	tuberia AC 8	451,972234
4	Polyline ZM	tuberia PVC 3	26,976457
5	Polyline ZM	tuberia AC 3	94,615678
6	Polyline ZM	tuberia PVC 3	21,274804
7	Polyline ZM	tuberia PVC 3	29,438146
8	Polyline ZM	tuberia PVC 6	38,723648
9	Polyline ZM	tuberia PVC 3	38,610075
10	Polyline ZM	tuberia AC 3	98,768591
11	Polyline ZM	tuberia AC 3	80,790386
12	Polyline ZM	tuberia AC 8	191,1726

Fuente: Autor

Ilustración 18. Catastro de Redes Acueducto Urbano Villavieja



Fuente: Autor

Finalmente se procedió a elaborar un rotulo para la generación de los mapas con los resultados finales del SIG, de acuerdo a los atributos seleccionados.

6.3. Etapa 3. evaluación y análisis de los resultados

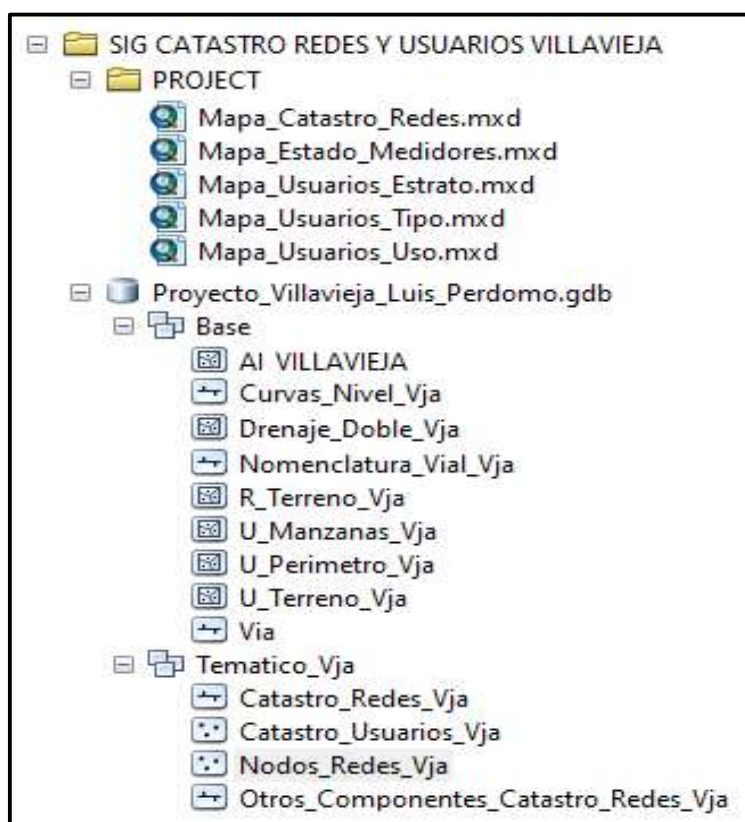
Por medio de tablas y gráficas se simplificaron los datos obtenidos a partir del SIG, con el fin de efectuar un análisis y determinar las condiciones actuales de operación del sistema de acueducto del municipio de Villavieja Huila.

7. Resultados

7.1. Sistema de Información Geográfico - SIG

El SIG elaborado se organizó de tal forma que se facilitara su consulta, presentando la siguiente estructura:

Ilustración 19. Estructura del SIG



Fuente: Autor

La base de datos obtenida, permite retroalimentar y actualizar la información e igualmente se constituye en una herramienta para consulta, generación de reportes y generación de nuevos análisis a partir de los datos disponibles.

Ilustración 20. Base de datos catastro de usuarios

COLLECTID	Shape	Numero Esp	X	Y	Codpco	Menzura Co	Numero Sub	Codpco Ret	Usario Lo	Fechi Loc	SNMP Len	SNMP Len
1	Punto	1	-357834.95519	528821.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
2	Punto	2	-357834.62299	528822.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
3	Punto	3	-357833.61129	528823.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
4	Punto	4	-357833.61519	528834.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
5	Punto	5	-357833.61519	528844.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
6	Punto	6	-357837.35524	528831.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
7	Punto	7	-357837.35524	528841.44494	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
8	Punto	8	-357816.86298	528838.10519	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
9	Punto	9	-357816.86298	528848.10519	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
10	Punto	10	-357822.00000	528837.82884	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
11	Punto	11	-357822.00000	528847.82884	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
12	Punto	12	-357816.75000	528850.42414	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
13	Punto	13	-357822.00000	528891.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
14	Punto	14	-357822.00000	528901.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
15	Punto	15	-357822.00000	528911.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
16	Punto	16	-357822.00000	528921.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
17	Punto	17	-357822.00000	528931.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
18	Punto	18	-357822.00000	528941.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
19	Punto	19	-357822.00000	528951.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
20	Punto	20	-357822.00000	528961.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
21	Punto	21	-357822.00000	528971.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
22	Punto	22	-357822.00000	528981.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
23	Punto	23	-357822.00000	528991.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
24	Punto	24	-357822.00000	529001.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
25	Punto	25	-357822.00000	529011.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
26	Punto	26	-357822.00000	529021.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
27	Punto	27	-357822.00000	529031.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
28	Punto	28	-357822.00000	529041.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
29	Punto	29	-357822.00000	529051.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
30	Punto	30	-357822.00000	529061.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
31	Punto	31	-357822.00000	529071.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
32	Punto	32	-357822.00000	529081.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
33	Punto	33	-357822.00000	529091.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
34	Punto	34	-357822.00000	529101.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
35	Punto	35	-357822.00000	529111.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
36	Punto	36	-357822.00000	529121.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
37	Punto	37	-357822.00000	529131.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
38	Punto	38	-357822.00000	529141.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
39	Punto	39	-357822.00000	529151.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
40	Punto	40	-357822.00000	529161.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
41	Punto	41	-357822.00000	529171.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
42	Punto	42	-357822.00000	529181.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
43	Punto	43	-357822.00000	529191.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
44	Punto	44	-357822.00000	529201.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
45	Punto	45	-357822.00000	529211.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
46	Punto	46	-357822.00000	529221.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
47	Punto	47	-357822.00000	529231.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
48	Punto	48	-357822.00000	529241.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
49	Punto	49	-357822.00000	529251.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
50	Punto	50	-357822.00000	529261.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
51	Punto	51	-357822.00000	529271.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
52	Punto	52	-357822.00000	529281.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
53	Punto	53	-357822.00000	529291.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
54	Punto	54	-357822.00000	529301.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
55	Punto	55	-357822.00000	529311.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
56	Punto	56	-357822.00000	529321.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
57	Punto	57	-357822.00000	529331.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
58	Punto	58	-357822.00000	529341.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
59	Punto	59	-357822.00000	529351.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
60	Punto	60	-357822.00000	529361.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
61	Punto	61	-357822.00000	529371.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
62	Punto	62	-357822.00000	529381.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
63	Punto	63	-357822.00000	529391.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
64	Punto	64	-357822.00000	529401.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
65	Punto	65	-357822.00000	529411.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
66	Punto	66	-357822.00000	529421.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
67	Punto	67	-357822.00000	529431.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
68	Punto	68	-357822.00000	529441.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
69	Punto	69	-357822.00000	529451.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
70	Punto	70	-357822.00000	529461.17172	418727	00000000000000000000	418727	00000000000000000000	197784635	12/01/2017	13	13
71	Punto	71	-357822.00000	529471.17172	418727	00000000000000000000						

Fuente: Autor

Ilustración 21. Base de datos catastro de redes

Table				
Catastro_Redes_Vja				
FID *	Shape *	Layer	Long	Shape Length
1	Polyline ZM	tuberia AC 2	2,780511	2,780532
2	Polyline ZM	tuberia P/CV 2	60,01183	60,01188
3	Polyline ZM	tuberia AC 3	451,972234	451,972246
4	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	26,976457	26,976457
5	Polyline ZM	tuberia AC 3	94,615678	94,615685
6	Polyline ZM	tuberia AC 3	211,4804	211,4802
7	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	29,438146	29,438133
8	Polyline ZM	tuberia P/CV 6	38,723648	38,723659
9	Polyline ZM	tuberia AC 3	35,970075	35,970092
10	Polyline ZM	tuberia AC 3	98,768591	98,768653
11	Polyline ZM	tuberia AC 3	80,790366	80,790374
12	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	15,17289	15,172893
13	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	82,891276	82,891293
14	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	71,175595	71,175625
15	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	103,410946	103,410923
16	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	95,63783	95,638904
17	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	72,24831	72,248346
18	Polyline ZM	tuberia AC 2	73,786003	73,786013
19	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	101,43395	101,433955
20	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	35,550224	35,550224
21	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	57,980967	57,980998
22	Polyline ZM	tuberia P/CV 4	574,137494	574,137494
23	Polyline ZM	tuberia AC 3	90,14822	90,148176
24	Polyline ZM	tuberia AC 2	173,279626	173,279628
25	Polyline ZM	tuberia AC 3	94,96946	94,969544
26	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	78,964876	78,964895
27	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	78,727805	78,727841
28	Polyline ZM	tuberia AC 3	73,232897	73,232961
29	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	59,923938	59,923977
30	Polyline ZM	tuberia AC 2	49,639404	49,639441
31	Polyline ZM	tuberia AC 3	102,35552	102,355115
32	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	109,255306	109,255332
33	Polyline ZM	tuberia AC 3	92,447548	92,447574
34	Polyline ZM	tuberia AC 6	101,702298	101,702655
35	Polyline ZM	tuberia AC 3	102,007754	102,008077
36	Polyline ZM	tuberia P/CV 4	161,185248	161,185291
37	Polyline ZM	tuberia AC 3	97,673243	97,673287
38	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	57,828307	57,828585
39	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	75,881158	75,881174
40	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	55,439268	55,439264
41	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	155,141727	155,141683
42	Polyline ZM	tuberia AC 2	24,601785	24,601785
43	Polyline ZM	tuberia AC 4	488,607966	488,607881
44	Polyline ZM	tuberia P/CV 3	13,186514	13,186514
45	Polyline ZM	tuberia P/CV 6	17,328266	17,328231

Fuente: Autor

Dentro de los productos finales del proyecto, también se encuentran los mapas georreferenciados de la zona urbana del municipio de Villavieja, relacionados en la Tabla No. 4, donde se muestra la información más relevante de los catastros de usuarios y redes incorporados al SIG, facilitando la consulta de datos globales o puntuales, según la categoría requerida:

Tabla 4. Listado de mapas finales del SIG

TIPO DE CATASTRO	NOMBRE DEL PLANO	DESCRIPCIÓN
CATASTRO DE USUARIOS	Estado de los medidores	Se presenta el estado encontrado sobre el estado actual de cada uno de los medidores de los usuarios. De acuerdo a los valores obtenidos en el censo de usuarios, se presentan las siguientes categorías: - Cristal opaco - Frenado - Mal estado - Registrando - Sin tapa - Sin información
	Catastro de usuarios por uso del suelo	Ilustra sobre el tipo de uso que se le viene dando a los inmuebles y se constituye en una herramienta muy importante para el prestador del servicio, permitiéndole mejorar los procesos de facturación, cuando existe estratificación socioeconómica desactualizada. El plano cuenta con las siguientes categorías: - Residencial - Comercial - Industrial - Oficial - Sin información
	Catastro de usuarios por estratificación socioeconómica	Muestra la estratificación actual aplicada a los usuarios, según la información que suministra el ente territorial y su comité permanente de estratificación. Sus categorías son: - Estrato 1 - Estrato 2 - Sin información
	Catastro de usuarios por tipo de suscriptor	Muestra la condición o estado de los suscriptores frente al prestador del servicio. Sus categorías son: - Activo - Clandestino - Factible - Potencial
CATASTRO DE REDES	Catastro de redes (diámetros, longitudes y materiales, nodos, estructuras y accesorios)	Muestra todos los elementos del sistema de acueducto. Sus categorías son: - Tubería Asbesto Cemento 2" - Tubería Asbesto Cemento 3" - Tubería Asbesto Cemento 4" - Tubería Asbesto Cemento 8" - Tubería PVC 2 - Tubería PVC 3 - Tubería PVC 4 - Tubería PVC 6 - Accesorios PVC - Accesorios - Estación de bombeo - PTAP - Nodos

Fuente: Autor

Ilustración 22. Mapa Catastro de Usuarios – Estado de Medidores



Fuente: Autor

Ilustración 23. Mapa Catastro de Usuarios – Por estratificación



Fuente: Autor

Ilustración 24. Mapa Catastro de Usuarios – Por Tipo de Suscriptor



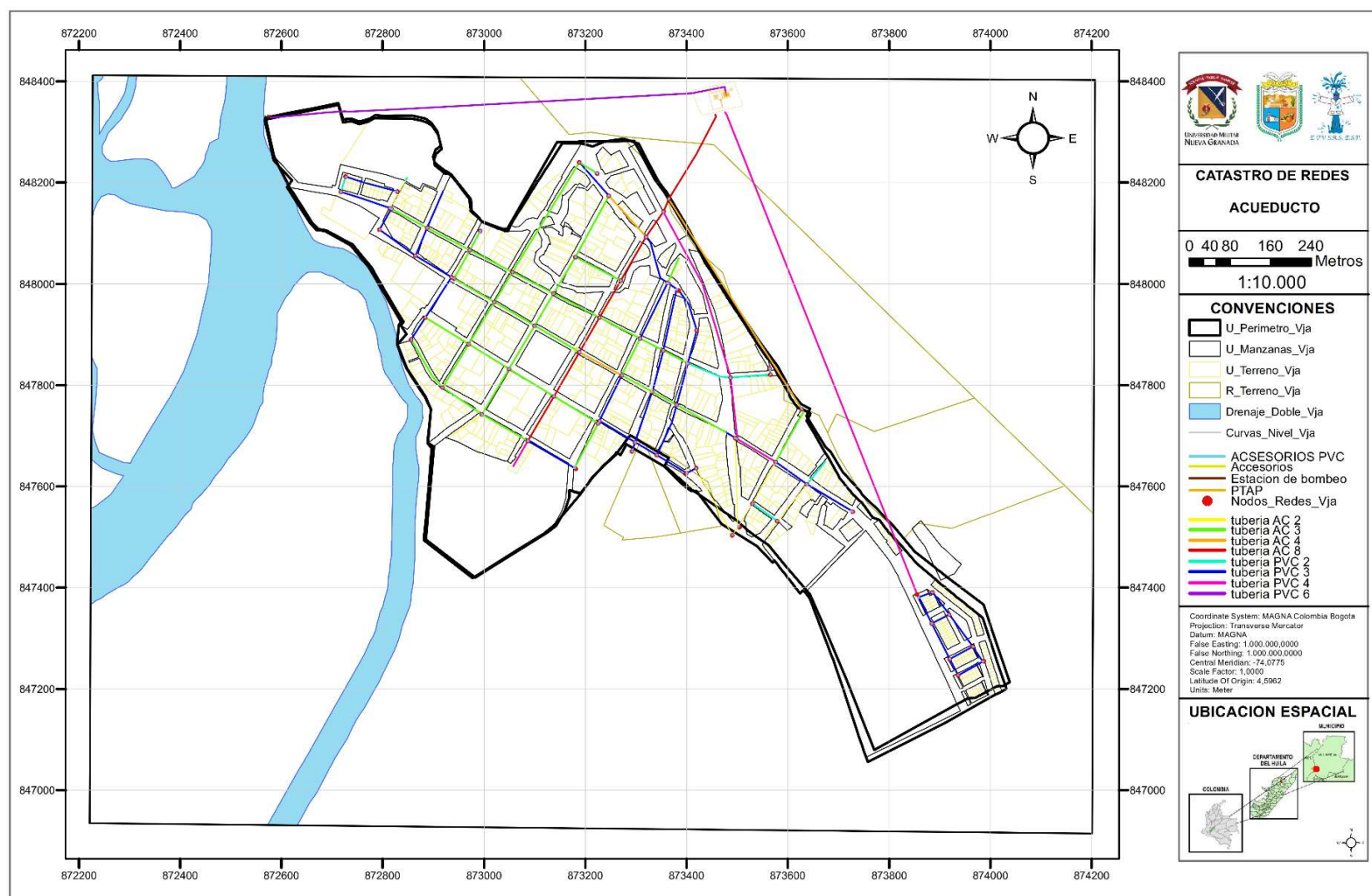
Fuente: Autor

Ilustración 25. Mapa Catastro de Usuarios – Por Uso del Suelo



Fuente: Autor

Ilustración 26. Catastro de Redes de Acueducto



Fuente: Autor

7.2. Análisis de resultados

7.2.1. Catastro de usuarios

A partir de la selección de información por atributos, se resumieron en las Tablas No. 5 y 6, los datos de usuarios por uso, tipo, estrato y estado de la micro medición.

Tabla 5. Clasificación de usuarios por Uso, Tipo y Estrato

CLASIFICACIÓN DE USUARIOS								
POR USO			POR TIPO			POR ESTRATO		
DESCRIPCION	CANT.	%	DESCRIPCION	CANT.	%	DESCRIPCION	CANT.	%
Residencial	895,00	92,7	Activos	879,00	91,0	Estrato 1	296,00	30,6
Comercial	40,00	4,1	Clandestinos	9,00	0,9	Estrato 2	226,00	23,4
Oficial	9,00	0,9	Factibles	37,00	3,8	Sin Información	444,00	46,0
Industrial	2,00	0,2	Potenciales	41,00	4,2			
Sin Información	20,00	2,1						
Total	966,00		Total	966,00		Total	966,00	

Fuente: Autor

De acuerdo a la Tabla 5, se encuentra que el 92,7% de los usuarios están concentrados en el uso residencial, notándose muy pocos usuarios clasificados en uso comercial, oficial e industrial.

El anterior comportamiento juega en contra del prestador del servicio, ya que debería contarse con mayor número de usuarios comerciales, en consideración a la dinámica económica de la zona urbana del municipio que se soporta en el turismo.

Igualmente se identificaron 9 usuarios que acceden al servicio de manera clandestina, lo que afecta los ingresos e indicadores de la empresa. Además, se observa la posibilidad que tiene el prestador de ampliar su cobertura a 37 usuarios factibles y 41 potenciales.

A nivel de estratificación, se denota que la población se concentra únicamente en los estratos 1 y 2, lo cual puede estar asociado a la falta de actualización de la estratificación socioeconómica por parte del ente territorial. Lo anterior se traduce en una excesiva carga económica para el municipio, quien debe asumir mayores aportes por concepto de subsidios, que según Acuerdo 026 de 2012 expedido por el Concejo Municipal de Villavieja, se distribuyen así:

Estrato 1 – 60%

Estrato 2 – 40%

Estrato 3 – 0%

Tabla 6. Estado Actual de los Medidores

ESTADO DE LOS MEDIDORES	
DESCRIPCION	CANTIDAD
Registrando	704,00
Frenados	89,00
Mal estado	72,00
Cristal Opaco	13,00
Sin Tapa	14,00
Sin Información	74,00
Total	966,00

Fuente: Autor

Respecto al estado de los medidores, según la Tabla No.6, 704 se encuentran en buen estado y registrando consumos de manera normal. Sin embargo 174 (frenados, mal estado y cristal opaco) deben reponerse, para garantizar medición efectiva de los consumos y 14 deben protegerse con la instalación de sus tapas.

7.2.2. Catastro de redes

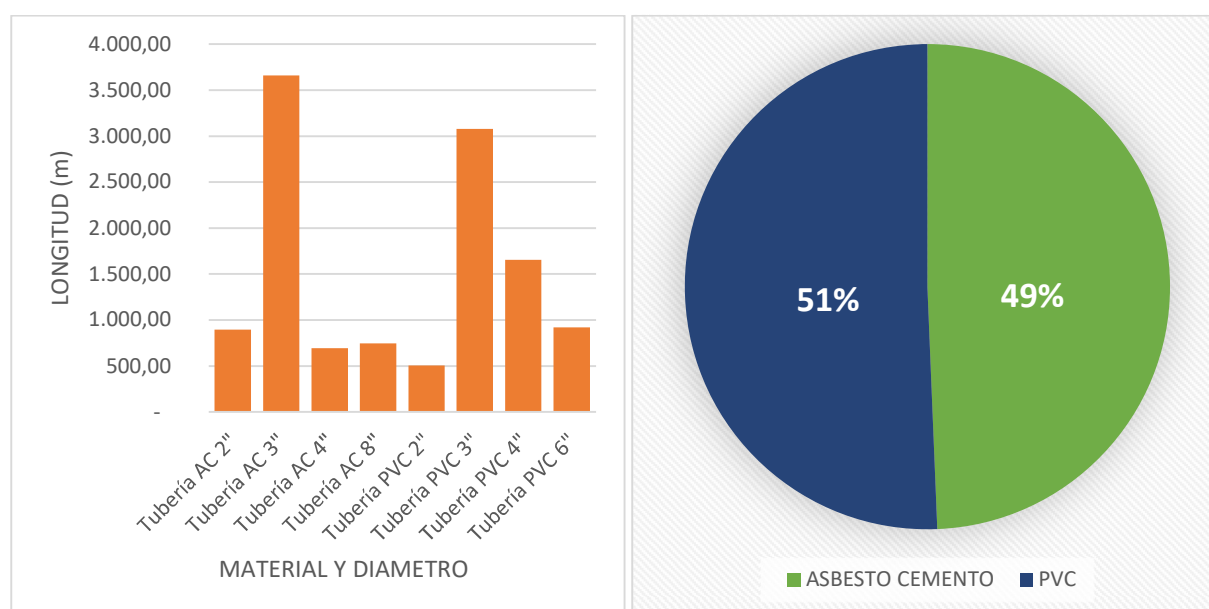
En las Tablas No. 7 y 8, se muestra la información relevante del catastro de redes, que se logró procesar en el SIG, determinando tipo de material, diámetros y longitud.

Tabla 7. Resumen Catastro de Redes Acueducto

MATERIAL	DIAMETROS	LONGITUD (m)	TOTAL POR TIPO DE MATERIAL (m)	%
ASBESTO CEMENTO	Tubería AC 2"	895,92	5.995,06	49,35%
	Tubería AC 3"	3.660,45		
	Tubería AC 4"	693,84		
	Tubería AC 8"	744,85		
PVC	Tubería PVC 2"	504,88	6.153,38	50,65%
	Tubería PVC 3"	3.077,95		
	Tubería PVC 4"	1.652,49		
	Tubería PVC 6"	918,06		
TOTALES		12.148,44	12.148,44	100%

Fuente: Autor

Ilustración 27. Distribución de Redes por material y diámetro



Fuente: Autor

Al observar la Ilustración No. 25, se evidencia que de los 12.148 metros de red de acueducto, el 49% son de material asbesto cemento, lo que demuestra la antigüedad del sistema, generando varias problemáticas asociadas a las redes de acueducto antiguas, que afectan directamente a usuarios y al prestador del servicio como:

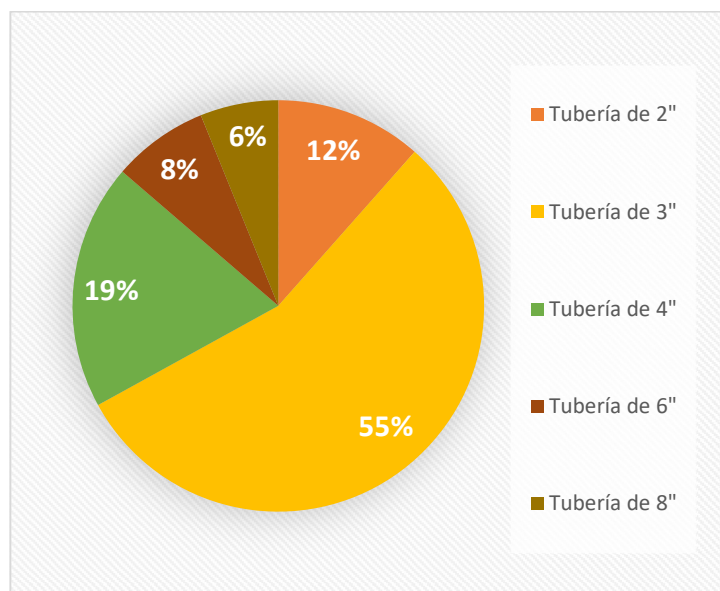
- Incremento en las enfermedades asociadas al uso y contacto con el asbesto cemento.
- Daños y fugas continuas en el sistema, incrementando el índice de agua no contabilizada.
- Contaminación del agua en las redes e incremento de enfermedades asociadas a la mala calidad del agua.

Tabla 8. Distribución del Diámetro de las Tuberías

DIÁMETRO DE TUBERÍAS	LONGITUD (m)	%
Tubería de 2"	1.400,80	11,53%
Tubería de 3"	6.738,40	55,47%
Tubería de 4"	2.346,34	19,31%
Tubería de 6"	918,06	7,56%
Tubería de 8"	744,85	6,13%
TOTAL	12.148,44	100%

Fuente: Autor

Ilustración 28. Clasificación por diámetro de las tuberías



Fuente: Autor

Como se observa en la Ilustración No. 26, con el 55% de ocupación, el diámetro predominante es el de 3 pulgadas, distribuido en la zona céntrica del municipio (ver Ilustración No. 24).

Finalmente, una vez analizada la distribución de redes, se identifica que no existe sectorización del servicio, lo que no permite desarrollar labores de mantenimiento y reparaciones de manera puntualizada, por el contrario, se debe suspender el suministro de agua a toda la población para estas labores, afectando el indicador de continuidad en la prestación del servicio.

8. Planificación y Documentación

En la Tabla No. 9 se identifican los resultados obtenidos a partir de la metodología:

Tabla 9. Planificación y documentación

ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO					
ACTIVIDADES		DESCRIPCIÓN		RESULTADOS	
1	Selección temática del proyecto	Revisión Bibliográfica de aplicaciones de los SIG, para la elección del tema de estudio		- Determinación de la problemática - Justificación del proyecto - Objetivos (general y específicos) - Antecedentes - Información base para estructuración del SIG	
2	Definición del área de estudio	Selección del territorio con posibilidad de acceder a la información			
3	Recopilación de información	ENTIDAD	DETALLE		
		IGAC	Cartografía Base		
		Municipio	EOT		
		Empresas Públicas de Villavieja S.A. E.S.P.	Informe de Gestión 2020		
		Aguas del Huila S.A. E.S.P.	Planos en formato DWG Acueducto Urbano Villavieja		
Censo de Usuarios Acueducto 2021 en formato XLS					
ETAPA 2 - DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE UN SIG CON EL CATASTRO DE REDES Y USUARIOS DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO					
ACTIVIDADES		DESCRIPCIÓN		RESULTADOS	
1	Selección del sistema de coordenadas a emplear	Unificación del sistema de coordenadas de todas las capas trabajadas en ArcGIS.		- Geodatabase con información base y temática. - Mapas Catastro de Usuarios: • Estado de los medidores. • Catastro de usuarios por uso del suelo. • Catastro de usuarios por estratificación socioeconómica. • Catastro de usuarios por tipo de suscriptor.	
2	Delimitación área de estudio	Arreglo al área de estudio de la cartografía base del IGAC, Planos importados desde AutoCAD, entre otros.			
3	Elaboración shapefile con el catastro de usuarios	Procesamiento de información disponible en formato XLS del censo de usuarios, importe de datos al ArcGIS y generación de capas bajo distintos criterios de			

		clasificación.	- Mapa Catastro Redes de Acueducto (diámetros, longitudes y materiales de las tuberías, nodos, estructuras y accesorios)
4	Elaboración shapefile catastro de redes	Procesamiento de información disponible en formato DWG del acueducto, importe de datos al ArcGIS, selección de elementos y generación de capas.	
ETAPA 3 - EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS			
ACTIVIDADES		DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
1	Tabulación de los resultados obtenidos y su análisis.	Resumen en tablas y gráficos, de las condiciones actuales del servicio de acueducto a partir de sus usuarios y redes del sistema y su respectivo análisis.	- Resumen de los resultados (Tablas, gráficos y análisis). - Impacto
2	Conclusiones y recomendaciones	Evaluar el cumplimiento de los objetivos y plantear recomendaciones a partir de los resultados obtenidos.	- Conclusiones - Recomendaciones

Fuente: Autor

9. Impacto

El proyecto desarrollado permite al operador del servicio, caracterizar con mayor facilidad sus usuarios y conocer con mayor detalle las condiciones de operación y funcionamiento del sistema de acueducto.

El SIG, ayuda a las Empresas Públicas de Villavieja S.A.S. E.S.P., a identificar las falencias administrativas, técnicas y operativas que están influyendo de manera negativa en sus finanzas y operatividad, por ende, se constituye en una herramienta crucial para la toma de decisiones, en procura de establecer las acciones de mejoramiento continuo de sus procesos.

Para el municipio de Villavieja como responsable principal de los servicios públicos en su jurisdicción, el SIG le suministra información muy valiosa y relevante, para direccionar, priorizar y desarrollar los instrumentos, actividades, políticas e inversiones en el sector.

Tanto el municipio como la empresa, pueden generar nueva información a partir del SIG desarrollado, con ayuda de todas las aplicaciones que brinda la herramienta de análisis, conversión y transformación ArcToolbox. Así mismo ArcGIS les permite la edición, consulta, selección de información por atributos y efectuar los debidos reportes o mapas con gran facilidad.

Finalmente, se espera que con el SIG y la ejecución de las acciones de mejora en el corto y mediano plazo, se traslade el beneficio a los usuarios, quienes podrán contar con garantías en términos de calidad, continuidad, oportunidad y eficiencia en el servicio público de acueducto.

10. Conclusiones

- Se logró delimitar, organizar y presentar la información del catastro de usuarios y redes del acueducto de la zona urbana del municipio de Villavieja, tomando en cuenta los principios de los sistemas de información geográfico - SIG y con ayuda de herramientas como el ArcGis.
- Este SIG, se constituye en una herramienta dinámica que permite al operador del servicio, consultar, generar reportes y planos, actualizar información, aportándole facilidades para la toma de decisiones en la administración y operación del servicio.
- Se desarrollo y organizó satisfactoriamente la estructura de un SIG, con la información del catastro de redes y usuarios del servicio público de acueducto de la zona urbana del municipio de Villavieja Huila, teniendo como base la información espacial disponible facilitada por las entidades locales y sectoriales involucradas. En dicha estructura se incluyeron mapas temáticos de consulta para conocer las condiciones actuales del servicio y un Geodatabase con la cartografía municipal y las bases de datos de redes y usuarios de la empresa, que permiten realizar consultas, generar nuevos mapas temáticos y/o reportes, y la edición para los procesos de actualización de la información.
- A partir del SIG, se elaboraron mapas temáticos sobre el estado actual del sistema de acueducto urbano del Municipio de Villavieja Huila, con datos clasificados por atributos, que permitió caracterizar la información relevante del catastro de usuarios, en aspectos como la estratificación socioeconómica, la situación legal con la empresa, el tipo de uso del suelo y el estado de los equipos de medición. Además, se elaboró el mapa del catastro de redes que permite identificar características técnicas como el tipo de material de las tuberías, diámetros, longitud de las redes y localización de algunas estructuras del sistema.

- La información que permitió generar el SIG desarrollado, ayudo a determinar las condiciones actuales del sistema de acueducto urbano del Municipio de Villavieja Huila, constatando las bondades que tiene la herramienta para la consulta, generar reportes y planos para los respectivos análisis e identificar aspectos positivos, falencias y oportunidades, facilitando la toma de decisiones al prestador. Igualmente, producto del análisis de estos resultados se identificó la urgente necesidad de realizar un nuevo proceso de actualización de información por parte de la empresa prestadora ya que la existente presenta inconsistencias y deficiencias, momento en el cual el SIG como sistema dinámico, facilitaría y garantizaría el éxito en este tipo de iniciativas.

11. Recomendaciones

De acuerdo a los datos obtenidos a partir del SIG, sobre el estado actual de los usuarios y redes del servicio de acueducto, se recomienda al municipio y la empresa, para el corto y mediano plazo, el desarrollo de las siguientes actividades:

- Adelantar programas de reposición de medidores dañados, e instalar macro medidores a la salida de tanques de almacenamiento y redes matrices del sistema de acueducto.
- Diseñar y ejecutar la sectorización del servicio.
- Ante la regulación que prohíbe su uso y obsolescencia, efectuar las inversiones para la reposición de las redes de acueducto que se encuentran en material de asbesto cemento.
- Ejecutar programas de detección de fugas y fraudes.
- Actualizar periódicamente el censo de usuarios y redes.
- Ejecutar acciones de seguimiento para la legalización de usuarios clandestinos, factibles y potenciales.
- Actualizar instrumentos de gestión como la estratificación socioeconómica y estudios tarifarios.

Para este tipo de proyectos es recomendable disponer del recurso humano, financiero y tecnológico, a fin de retroalimentar de manera permanente y continua el SIG desarrollado, de tal forma que siempre se cuente con información actualizada, que favorezca una adecuada gestión de los servicios públicos domiciliarios.

12. Referencias bibliográficas

AGUAS DEL HUILA SA ESP (2011). Informe diagnóstico plan departamental de aguas – Municipio de Villavieja – Huila.

Bravo, C. (2021). Informe Sistemas de Información Geográfico Para la Entrega de Información Geográfica del Censo de Usuarios de Predios y Manzanas, de los Municipios de Tello y Villavieja municipios del departamento del huila: Aguas del Huila SA ESP.

Buitrago, S. (2018). Propuesta de Implementación de un SIG para la Administración y Gestión del Sistema de Acueducto del Municipio de Bahía Solano – Chocó: Universidad Militar Nueva Granada.

Carvajal, L., Vivas, V., Suarez, G. (2018). Actualización del Catastro de Usuarios Para la Empresa de Servicios Públicos del Centro Poblado La Esmeralda del Municipio de Arauquita “ECADES E.S.P.”, Departamento de Arauca: Universidad de los Llanos.

CONCEJO MUNICIPAL DE VILLAVIEJA (2012). Acuerdo 026 del 22 de diciembre de 2012, por medio del cual se definen los factores de subsidios y contribuciones a aplicar en las tarifas de los servicios públicos, de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Villavieja – Huila.

ESRI. (2021, 11 02). *ESRI COLOMBIA*. From. <https://www.esri.co/es-co/nosotros/sobre-esri/que-son-los-sig>

González, E., Bejarano, E. (2018). Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudios de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueducto y Alcantarillados.

López, H. (2012). Sistema de Información Geográfica aplicado al Catastro de Agua Potable del Cantón Paute, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO (2002). Catastro de redes: municipios menores y zonas rurales. From. http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2131&shelfbrowse_itemnumber=2320

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO (2004). Catastro de usuarios: municipios menores y zonas rurales. From. <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2132>

MUNICIPIO DE VILLAVIEJA (2000). Acuerdo 020 del 29 de diciembre de 2000, por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Villavieja – Huila.

MUNICIPIO DE VILLAVIEJA (2019). Acuerdo 03 del 15 de noviembre de 2019, por medio del cual se ajusta y reformula el esquema de ordenamiento territorial el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Villavieja – Huila.

Peña, W., Torres, J., Vera, A. (2014). Levantamiento de Información de Catastro de Usuarios e Implementación del Sistema de Información Geográfica en el Municipio de Tumaco para la Expansión de las Redes de las Empresas de Servicios Públicos: Universidad Piloto de Colombia.

Perdomo, L. (2020). Informe de Gestión 2020. Villavieja: Empresas Públicas de Villavieja SAS ESP.

Torres, P., Vélez, V. (2010). Diagnóstico y Actualización del Catastro de las Redes Matrices de Acueducto del Municipio Dosquebradas Risaralda: Universidad Libre.