

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(102)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANGEL MANUEL CURIEL PAREDES
FACULTAD	INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR	ING. SERGIO PAREDES MANZANO
TÍTULO DE LA TESIS	REALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA 2 QUE COMPRENDE LOS BARRIOS LA PRIMAVERA Y BUENOS AIRES DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.

#### RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE INFORME PRESENTA EL TRABAJO REALIZADO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍAS EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA, EN LA DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN. LA FINALIDAD FUE REALIZAR EL CATASTRO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO Y ASÍ LA EMPRESA PUEDA ASPIRAR A CONTAR CON UNA BASE DE DATOS Y UN SIG DE LAS REDES DE LOS SERVICIOS QUE ELLA PRESTA A LA COMUNIDAD.

#### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 110	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
--------------	---------	----------------	-----------



REALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y  
ALCANTARILLADO DE LA ZONA 2 QUE COMPRENDE LOS BARRIOS LA  
PRIMAVERA Y BUENOS AIRES DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA,  
NORTE DE SANTANDER

Autor

ANGEL MANUEL CURIEL PAREDES

Trabajo de grado modalidad de pasantías presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Civil

Director

SERGIO DAVID PAREDES MANZANO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL

## Índice

<b>Capítulo 1. Realización del catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado de la zona 2 que comprende los barrios la Primavera y Buenos Aires del casco urbano del Municipio de Ocaña, Norte de Santander.....</b>	<b>13</b>
1.1 Descripción breve de la empresa.....	13
1.1.1 Misión.....	14
1.1.2. Visión .....	14
1.1.3. Objetivos de la empresa .....	14
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional .....	15
1.1.5. Descripción de la dependencia.....	19
1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada .....	20
1.2.1. Planteamiento del problema.....	21
1.3. Objetivos de la pasantía.....	22
1.3.1. Objetivo general.....	22
1.3.2. Objetivos específicos .....	22
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar .....	24
 <b>Capítulo 2. Enfoques Referenciales .....</b>	 <b>26</b>
2.1 Enfoque Conceptual .....	26
2.2 Enfoque Legal.....	30
 <b>Capítulo 3. Informe de Cumplimiento de Trabajo .....</b>	 <b>32</b>
3.1. Unificar una metodología para establecer los procedimientos para elaborar el catastro de redes de acueducto y alcantarillado que permita estipular los mismos parámetros para su seguimiento, control y actualización. ....	32
3.2. Identificar el sector de estudio dentro de los planos y bases cartográficas de la empresa ESPO S.A. E.S.P. ....	56
3.3. Ejecutar salidas de campo a la zona de estudio piloto con el fin de realizar el catastro de la infraestructura actual de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado y verificar la información extraída de los planos. ....	59
3.4. Generar un sistema de información geográfica mediante un software especializado con el fin de realizar la referenciación de uno de los sistemas en la zona de estudio con la información obtenida del catastro.....	83
3.5. Realizar un artículo científico en relación de las redes urbanas de acueducto y alcantarillado donde se conozca el estado, el funcionamiento, las necesidades de reposición y/o reforzamiento basados en el sector de muestra y la información existente.....	92
 <b>Capítulo 4. Diagnóstico final .....</b>	 <b>93</b>
 <b>Capítulo 5. Conclusiones .....</b>	 <b>94</b>

**Capítulo 6. Recomendaciones.....96**  
**Referencias .....97**  
**Apéndices .....98**

## Lista de tablas

Tabla 1. Diagnóstico de la dependencia de planeación. ....	20
Tabla 2. Descripción de actividades. ....	24
Tabla 3. Abreviaturas y convenciones para el catastro del sistema de acueducto. ....	42
Tabla 4. Longitud de tuberías del sistema de acueducto de la zona de estudio. ....	76
Tabla 5. Cantidad de válvulas de la zona de estudio. ....	77
Tabla 6. Longitud de tuberías del sistema de alcantarillado de la zona de estudio. ....	79
Tabla 7. Posibilidad de apertura de los pozos de inspección. ....	80
Tabla 8. clasificación del estado de las tapas de los pozos de la zona. ....	81
Tabla 9. Datos de clasificación de la condición de los pozos de inspección. ....	82
Tabla 10. Información organizada de los datos necesarios para la georreferenciación de los accesorios. ....	83

## Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa. ....	15
Figura 2. Plano General del municipio de Ocaña, Norte de Santander. ....	33
Figura 3. Zonas de distribución del servicio de acueducto del municipio de Ocaña.....	34
Figura 4. Primera parte del formato de campo del catastro de redes de acueducto. ....	36
Figura 5. Explicación del cruce del formato de campo del catastro de las redes de acueducto. ..	37
Figura 6. Explicación de las esquinas de las manzanas. ....	38
Figura 7. Forma correcta del llenado de las casillas de esquina del formato.....	39
Figura 8. Zona de planos del formato de campo.....	39
Figura 9. Primera parte del formato de campo del catastro de redes de acueducto.....	40
Figura 10. Tercera parte del formato de campo del catastro de las redes de acueducto.....	42
Figura 11. Cuarta parte del formato de campo del catastro de las redes de acueducto. ....	45
Figura 12. Primera parte del formato de campo de las redes de alcantarillado. ....	50
Figura 13. Primera parte del formato de campo de las redes de alcantarillado .....	51
Figura 14. Tercera parte del formato de campo del catastro de las redes de alcantarillado. ....	52
Figura 15. Cuarta parte del formato de campo del catastro de las redes de alcantarillado.....	53
Figura 16. Imagen satelital de la zona de estudio. Fuente. Google Maps.....	57
Figura 17. Delimitación de la zona de estudio para el catastro .....	58
Figura 18. Acompañamiento en campo de un inspector de ESPO S.A. ....	59
Figura 19. Acompañamiento de practicante de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña. ....	60
Figura 20. Enumeración de los cruces de la zona de estudio.....	60
Figura 21. Formato físico para recolección de datos en campo.....	61
Figura 22. bosquejo a mano alzada de uno de los cruces de la zona de estudio. ....	62
Figura 23. Medida de los puntos de referencia de los accesorios. ....	63
Figura 24. GPS utilizado para obtener las coordenadas de los elementos del sistema de acueducto .....	63
Figura 25. Toma de coordenadas de válvulas de acueducto. ....	64
Figura 26. Odómetro de distancia utilizado para toma de longitudes de tramos de red de acueducto .....	64
Figura 27. Toma de longitudes de tramos de red de acueducto de la zona de estudio. ....	65
Figura 28. Formato físico de catastro lleno con la información recolectada en campo.....	65
Figura 29. Ejemplo de las listas del formato virtual del catastro de redes de acueducto.....	66
Figura 30. Comparación entre el esquema físico de uno de los cruces y el esquema del formato virtual. ....	67
Figura 31. Acompañamiento de personal de fontanería de la empresa. ....	67
Figura 32. Formato impreso para recolección de datos en campo del catastro de las redes de alcantarillado.....	68
Figura 34. Medida de las distancias de referencias para la ubicación de los pozos de inspección. .....	70
Figura 35. Medida del diámetro de las tapas de los pozos de inspección.....	70
Figura 36. Tipo de material de las tapas de pozos de inspección. ....	71

Figura 37. Clasificación del estado de las tapas de los pozos de inspección.....	71
Figura 38. Rasante en pavimento.....	72
Figura 39. Rasante en concreto.....	72
Figura 40. Rasante en Tierra.....	73
Figura 41. Medida de la profundidad de los pozos de inspección.....	73
Figura 42. Ingreso en el pozo para toma de otras informaciones.....	74
Figura 43. Medida de las longitudes de los tramos de tubería con el odómetro de distancia.....	74
Figura 44. Formato de campo lleno con la información obtenida en el catastro.....	75
Figura 45. Gráfico de longitud de tuberías por diámetro y material.....	77
Figura 46. Grafica de cantidad por tipo de válvula de la zona de estudio.....	78
Figura 47. Gráfico de longitud de tuberías por diámetro y material.....	79
Figura 48. Gráfico representativo de la cantidad de pozos con posibilidad de apertura.....	80
Figura 49. Gráfico de los datos del estado de tapas de los pozos de inspección.....	81
Figura 50. Gráfico de los datos de la condición de los pozos de inspección de la zona.....	82
Figura 51. Información de las válvulas organizada en Excel.....	85
Figura 52. Información de los tapones organizada en Excel.....	86
Figura 53. Proceso para asignar sistema de coordenadas.....	87
Figura 54. Proceso para añadir hoja de Excel con la información de las válvulas.....	88
Figura 55. Especificación de los campos de la hoja de Excel que tienen las coordenadas de cada válvula.....	88
Figura 56. Representación de las válvulas en el plano.....	89
Figura 57. Exporte de la capa de válvulas para guardarlo como un archivo shapefile.....	89
Figura 58. Adición de la información base del PBOT.....	90
Figura 59. Creación de base de datos.....	90
Figura 60. Creación de la capa de tubería.....	91
Figura 61. Digitalización de las tuberías.....	91
Figura 62. Asignación de propiedades de tubería.....	92

## Lista de apéndices

Apéndice A. Formato de Campo del catastro de las redes de Acueducto .....	99
Apéndice B. Formato de Campo del catastro de las redes de Alcantarillado. ....	100
Apéndice C. Plano de la zona del catastro en el programa ArcGIS .....	101
Apéndice D. Formatos virtuales de cruces del catastro del sistema de acueducto. ....	102
Apéndice E. Formatos virtuales de pozos del catastro del sistema de alcantarillado. ....	102
Apéndice F. Sistema de información geográfica de la zona del catastro en ArcGIS. ....	102
Apéndice G. Artículo científico.....	102

## **Resumen**

El presente informe presenta el trabajo realizado bajo la modalidad de pasantías en la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A. “E.S.P.” en la dirección de planeación. La finalidad fue realizar el catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado de la zona 2 definida en el municipio de Ocaña de manera que se colocara en práctica una metodología diseñada para la elaboración del mismo y así la empresa pueda aspirar a contar con una base de datos y un sistema de información geográfica de las redes de los servicios que ella presta a la comunidad y controlar este inventario para la planeación de proyectos a corto y a largo plazo basándose en el conocimiento preciso de la ubicación y de las condiciones técnicas de cada uno de los elementos que conforman los sistemas.

## **Introducción**

Las empresas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado están siempre orientadas a brindarle a la comunidad los mejores estándares de calidad con el fin de preservar las buenas condiciones de salud y el bienestar social, es por esta razón que están en constante búsqueda de herramientas que permita mantener estas condiciones.

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. no es ajena a esta pretensión de mejorar cada vez más la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio, por lo cual saben de la importancia de tener un inventario de la infraestructura de ambos sistemas. Por esta razón el trabajo conjunto entre el pasante de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y La ESPO S.A. “E.S.P.” se basó en el diseño de una metodología para realización de catastros de las redes de los dos sistemas con el fin de presentar el conjunto de procedimientos para su correcta ejecución y así ponerla en práctica en una zona de estudio piloto delimitada por los barrios La Primavera y Buenos Aires, de la cual se extrajo la información necesaria para generar una base de datos y un sistema de referenciación geográfica del sector.

Dentro de los propósitos de la ejecución del trabajo está la de implantar los correspondientes conocimientos y competencias en el desarrollo de las pasantías en la empresa, que ayuda la formación como un profesional altamente calificado.

## **Capítulo 1. Realización del catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado de la zona 2 que comprende los barrios la Primavera y Buenos Aires del casco urbano del Municipio de Ocaña, Norte de Santander**

### **1.1 Descripción breve de la empresa**

ESPO S.A. “E.S.P” es una Empresa ocañera que presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la ciudad de Ocaña, suministrando de una manera oportuna y garantizando la continuidad y calidad de sus productos y servicios a sus usuarios. (ESPO S.A , 2019)

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A. “E.S.P.”, nace del proceso de ajuste institucional llevado a cabo en la Empresa Municipal de Servicios Públicos, entidad descentralizada del orden municipal, que concluyó que lo más aconsejable para la viabilidad de la prestación de los servicios públicos, que venían realizando el Municipio de Ocaña a través de este ente público consistía en la creación de una nueva Empresa, esta vez de carácter privado; es así como el Honorable Concejo Municipal de Ocaña, mediante el Acuerdo Municipal No 29 de 1994, facultó al Alcalde Municipal de Ocaña, para que como representante legal participara en la creación de la susodicha Empresa; es de destacar que paralelo al proceso de ajuste institucional, se trabajó al tenor y en concordancia con lo reglado con la nueva ley de servicios públicos domiciliarios, que acababa de ser expedida por el Congreso Nacional y que se conoce como la Ley 142 de 1994. (ESPO S.A , 2019)

1.1.1. **Misión:** En ESPO S.A. trabajamos con un alto sentido de responsabilidad social, eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, buscando satisfacer las necesidades de agua potable y saneamiento básico con calidad y continuidad; contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la comunidad. (ESPO S.A , 2019)

1.1.2. **Visión:** En el año 2030, la ESPO S.A.” E.S.P” Sera una empresa líder en Ocaña y en la provincia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, saneamiento básico y complementarios, operando bajos criterios de Sostenibilidad, Competitividad y respeto por el Medio Ambiente. (ESPO S.A , 2019)

1.1.3. **Objetivos de la empresa:** Prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo de manera oportuna y continua, en cumplimiento de los requisitos y normatividad aplicable. Elevar el nivel de satisfacción de los usuarios. Promover la conservación y el uso racional de los recursos naturales relacionados con la prestación de los servicios de la ESPO S.A. Mejorar continuamente la eficacia, eficiencia y efectividad del sistema de gestión. Fortalecer las competencias del personal con propósitos de crecimiento Organizacional. (ESPO S.A , 2019)

### 1.1.4. Descripción de la estructura organizacional

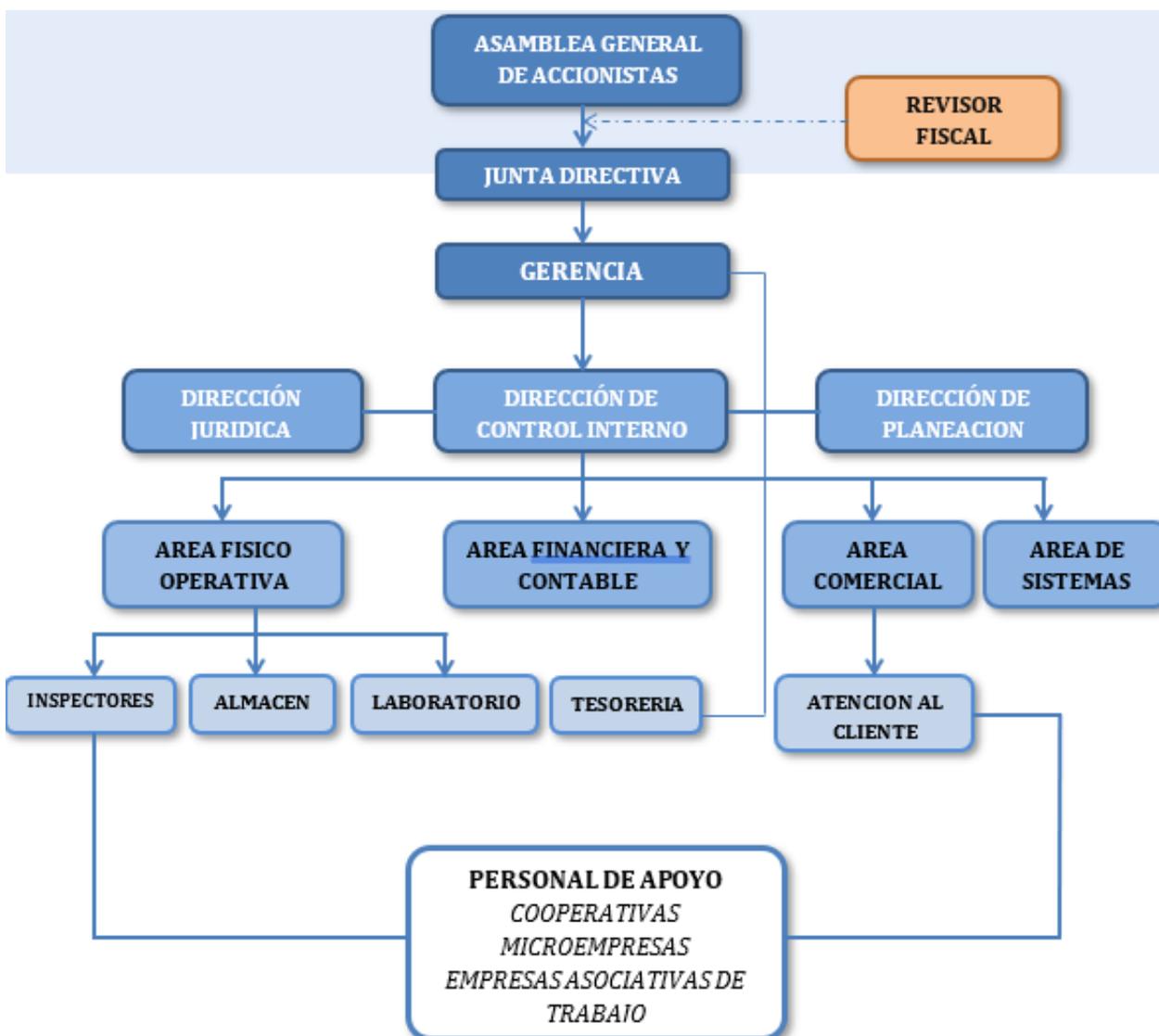


Figura 1. Estructura organizacional de la empresa. Obtenido: manual de inducción y consulta ESPO S.A

**Asamblea de accionistas.** La constituye el número plural de accionistas inscritos en el libro de “registro de accionistas” o de sus representantes o mandatarios. Convocados y reunidos en las condiciones que señalan los estatutos.

**Junta directiva.** La junta directiva está formada por cinco (5) miembros principales quienes tendrán cada uno un suplente personal. La representación de las acciones de propiedad del municipio las ejercerá el alcalde municipal o su delegado, quien, además será el presidente de la junta directiva y la elección de sus cuatro (4) miembros se hará en forma que exista representaron directamente proporcional de la propiedad accionaria en su composición.

**Gerencia.** Es el representante legal y como tal debe encargarse de la materializar las acciones de necesarias para el cumplimiento del objeto social de la empresa. De igual forma debe ejecutar las direcciones que la junta directiva trace en relación con las políticas y metas empresariales, lo mismo que dirigir, coordinar, vigilar y controlar el personal de la empresa y la ejecución de las funciones o programas de esta.

**Revisor fiscal.** Deberá ser contador público, designado por la asamblea general de accionistas, para un periodo de un (1) año y su función principal es la de cerciorarse de que las operaciones se celebren o cumplan por cuenta de la empresa y se ajusten a las prescripciones de los estatutos, a las decisiones de la asamblea general y de la junta directiva.

**Control interno.** Implementa y evalúa el sistema de control interno de la empresa como parte integral para el cumplimiento de los fines sociales creando los instrumentos precisos para medir la efectividad de la empresa y sus funcionarios.

**Planeación.** Recolecta y prepara toda la información necesaria para la elaboración y puesta en función de los planes y políticas gerenciales y empresariales que sirvan de sustento al cumplimiento del objetivo social.

**Dirección jurídica.** Presta la asesoría legal y jurídica que la empresa y sus empleados requieran previo poder otorgado por la gerencia.

**Área físico-operativa.** Planea, organiza, coordina y controla las labores de mantenimiento de la infraestructura física de acueducto, alcantarillado y aseo y las tareas realizadas por los encargados para tal fin.

**Área financiera y contable.** Se encarga de mejorar el sistema financiero de la empresa y realiza las proyecciones económicas y financieras que ella requiere.

**Área comercial.** Establece las políticas y las actividades comerciales indispensables para brindar un servicio oportuno, confiable y eficiente a los usuarios del servicio, de manera que se asegure a la empresa la recuperación de ingresos necesarios para su expansión y crecimiento.

**Área de sistemas.** El responsable de la operación, mantenimiento y actualización de todo lo pertinente a los sistemas de computación de la empresa, así como prestar la asesoría técnica que se requiera.

**Almacén.** Debe establecer un sistema ordenado y seguro de almacenamiento y entrega de todos los elementos y materiales que pertenezcan a la empresa o se vayan a adquirir.

**Atención al cliente.** se encarga de la atención al público en general lo mismo que la recepción y trámite de la quejas, reclamos y peticiones que lo usuarios presenten.

**Inspectores.** Revisan, inspecciona, evalúan y entregan todos los trabajos hechos por los contratistas de la parte operativa, lo mismo que lo relacionado con las plantas de tratamiento y el sistema de aseo al área físico-operativa. Tesorería. ejecuta las acciones tendientes a materializar la seguridad de los recaudos de dinero y de la protección de los títulos valores, así como realizar los pagos que se requieran.

**Secretaria.** Revisa, recibe, clasifica, distribuye y controla documentos, datos y elementos correspondientes de la empresa, así como la recepción y atención de público y de llamadas telefónicas.

**Conductor, mensajero y operador de válvulas.** Conduce los vehículos de propiedad, de la empresa, transporta a los funcionarios de la empresa cuando así lo requieren, transporta los materiales adquiridos y entrega la correspondencia. (ESPO S.A , 2019)

1.1.5. **Descripción de la dependencia:** En la dirección de planeación de la empresa ESPO S.A. “ESP” se recolecta y prepara toda la información necesaria para la elaboración y puesta en funcionamiento de los planes y políticas gerenciales y empresariales que sirvan de sustento al cumplimiento del objeto social. Esta dirección está bajo el cargo de la ingeniería civil Gladys Patricia Bacca.

## 1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Tabla 1. Diagnóstico de la dependencia de planeación.

<b>Dirección de planeación ESPO S.A.</b>		
	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>FACTORES INTERNOS</b>	Personal integro, capacitado y calificado.	Catastro de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado sin actualizar.
	La más grande empresa de Servicios públicos del municipio de Ocaña.	Elementos de infraestructura de las redes de acueducto y alcantarillado no encontrados.
	Planeamiento de estrategias de mejoramiento continuo.	
<b>FACTORES EXTERNOS</b>	Direccionamiento estratégico basado en el conocimiento de la empresa.	
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS DO</b>
Identificar posibles eventos que afecten la correcta operación de los servicios de acueducto y alcantarillado.	Aprovechar el personal capacitado para asegurar la operación correcta de los servicios prestados.	Ejecutar un proyecto de catastro de la mano con las nuevas tecnologías.
Mejores prácticas para responder a tendencias en el mercado.	Generar disponibilidad de los servicios a los nuevos proyectos de vivienda en el municipio.	
Alto compromiso con el mejoramiento para la prestación de servicios a los usuarios.		
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
Crecimiento rápido de la población en el municipio.	Utilizar los recursos existentes para un óptimo funcionamiento de los sistemas.	Identificación real de las redes de acueducto y alcantarillado.
Fraudes en el uso de los servicios prestados.	Realizar campañas para capacitar sobre el correcto uso de los servicios.	Generar un control continuo para determinar perdidas y daños en la infraestructura del acueducto y alcantarillado.
Daños en la infraestructura de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.		

Fuente: Autor.

1.2.1. **Planteamiento del problema:** La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A, como encargada de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, busca tener un registro de todas las redes de ambos sistemas. Actualmente no se tiene una plena identificación del sistema de acueducto y del sistema de alcantarillado por lo que la empresa inició un proyecto que busca realizar un catastro de las redes de ambos sistemas, con el cual se pretende recolectar información real y actualizada que permita visualizar y controlar el inventario del acueducto y alcantarillado.

La ejecución del catastro permite, además, la actualización de planos y bases cartográficas existentes que facilite a la dirección de planeación contar con información oportuna que ayude en la operación, mantenimiento e implementación de la infraestructura física de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Debido a que los anteriores proyectos catastrales de los sistemas de acueducto y alcantarillados no han contado con un procedimiento definido e igual con el cual se pueda organizar e interpretar la información recolectada de una manera unificada, se ha decidido establecer una metodología para elaborar catastro de las redes del sistema de acueducto y otra para la elaboración de catastros de las redes del sistema de alcantarillado, con el fin de estipular parámetros para su seguimiento y actualización; y a su vez generar un sistema de información geográfica mediante un software especializado donde se realice la correspondiente referenciación de ambos sistemas en la zona de estudio con la información obtenida del catastro.

La dirección de planeación de la empresa ESPO S.A requiere de personal que cuente con los conocimientos y competencias suficientes para desarrollar las actividades correspondientes a la realización del Catastro, lo cual da la oportunidad a estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, que desean realizar

trabajo de grado por modalidad de pasantías, para que desarrolle dichos trabajos en conjunto con la empresa.

Descripción de la zona de estudio: debido que el proyecto de un nuevo catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado está en su fase piloto, se contempla la siguiente zona de estudio:

**Zona 2:** comprendida por los barrios Buenos Aires y La primavera delimitada de Este a Oeste por la Calle 11 y la Avenida Francisco Fernández de Contreras y de Norte a Sur por la Carrera 38 y la Transversal 30.

### **1.3. Objetivos de la pasantía**

1.3.1. **Objetivo general:** Realizar el catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado de la zona 2 que comprende los barrios La Primavera y Buenos aires, del casco urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander

1.3.2. **Objetivos específicos:** Unificar una metodología para establecer los procedimientos para elaborar el catastro de redes de acueducto y alcantarillado que permita estipular los mismos parámetros para su seguimiento, control y actualización.

Identificar el sector de estudio dentro de los planos y bases cartográficas de la empresa para implementar la metodología a desarrollar.

Ejecutar salidas de campo a la zona de estudio con el fin de realizar el catastro de la infraestructura actual de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado y verificar la información extraída de los planos.

Generar un sistema de información geográfica mediante un software especializado con el fin de realizar la referenciación de uno de los sistemas en la zona de estudio con la información obtenida del catastro.

Realizar un artículo en relación de las redes urbanas de acueducto y alcantarillado donde se conozca el estado, el funcionamiento, las necesidades de reposición y/o reforzamiento y sus capacidades basados en el sector de muestra y la información existente.

#### 1.4. Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2. Descripción de actividades.

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades
	<p>Unificar una metodología para establecer los procedimientos para elaborar el catastro de redes de acueducto y alcantarillado que permita estipular los mismos parámetros para su seguimiento, control y actualización.</p>	<p>Reunión con los ingenieros de la empresa y de la dirección de planeación.</p> <p>Análisis de las metodologías utilizadas para la realización de catastros anteriormente ejecutados por la empresa.</p> <p>Elaboración de un diagnóstico del manejo de los catastros de los sistemas de acueducto y alcantarillado en la empresa ESPO S.A.</p> <p>Definición del conjunto de procedimientos a seguir para la ejecución del catastro de las redes del sistema de acueducto y del sistema de alcantarillado.</p>
<p>Realizar el catastro de las redes del sistema de acueducto y alcantarillado de la zona 2 que comprende los barrios La Primavera y Buenos aires, del casco urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander</p>	<p>Identificar el sector de estudio dentro de los planos y bases cartográficas de la empresa ESPO S.A. E.S.P.</p>	<p>Selección de una zona piloto para puesta en marcha del nuevo catastro.</p> <p>Delimitación de la zona de estudio.</p> <p>Extraer información correspondiente a las redes de acueducto y alcantarillado, de la zona de estudio, de planos existentes en la empresa.</p>
	<p>Ejecutar salidas de campo a la zona de estudio con el fin de realizar el catastro de la infraestructura actual de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado y verificar la información extraída de los planos.</p>	<p>Ejecutar salidas de campo a la zona de estudio con acompañamiento de inspectores y fontaneros de la empresa.</p> <p>Llevar formatos de catastro respaldados por la empresa en los cuales se digitará la información recolectada.</p> <p>Recolección de información completa de ubicación,</p>

características y estado de la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

Reconocimiento técnico de los elementos que conforman las redes de acueducto y alcantarillado que no existe en los planos o requieran comprobar su veracidad de información con que cuenta la empresa.

Realizar bosquejo de campo donde se indique las características de la diversa información obtenida.

---

Generar un sistema de información geográfica mediante un software especializado con el fin de realizar la referenciación de uno de los sistemas en la zona de estudio con la información obtenida del catastro.

Organizar la información obtenida del catastro necesaria para la generación del sistema de información geográfica.

Elaboración de la referenciación de las redes del sistema que permita mostrar información de la infraestructura del mismo.

---

Realizar un artículo científico en relación de las redes urbanas de acueducto y alcantarillado donde se conozca el estado, el funcionamiento, las necesidades de reposición y/o reforzamiento y sus capacidades basados en el sector de muestra y la información existente.

Análisis del estado y comportamiento de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado en cumplimiento con normas técnicas vigentes.

Clasificación de los datos con cifras concretas de estado, funcionamiento, necesidades de reposición y capacidades según la información recolectada.

Redactar un artículo científico donde se evidencie toda la investigación realizada.

## Capítulo 2. Enfoques Referenciales

### 2.1 Enfoque Conceptual

**ArcGIS:** Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. (Resources, ArcGis, 2017)

**Catastro técnico de redes:** El catastro técnico de redes constituye uno de los requisitos fundamentales para realizar una eficiente operación y mantenimiento de las redes tanto de agua potable como de alcantarillado Sanitario. En esencia, el catastro técnico:

- Permite determinar la ubicación exacta y referenciada de cada uno de los elementos de los sistemas que abastecen y evacúan el agua en una ciudad.
- Hace posible contar con una radiografía integral y actualizada de su estado.
- Brinda las pautas para cualquier actividad de operación.
- Posibilita el proceso de diagnóstico de las pérdidas físicas en la distribución de Agua Potable y contaminación en el alcantarillado sanitario, debido a fugas en las juntas, o roturas en el cuerpo de las tuberías, o por el mal estado de las válvulas. (Martos & Rueda, 2017)

**Georreferenciación:** Básicamente es una técnica geográfica, que consiste en asignar mediante cualquier medio técnico apropiado, una serie de coordenadas geográficas procedentes de una imagen de referencia conocida, a una imagen digital de destino. El nivel de precisión

alcanzado en la georreferencia depende en gran medida de la fuente de información geográfica utilizada (mapas temáticos, cartografía oficial, puntos de GPS, entre otros) y de la escala a la cual se vaya a realizar el trabajo. (Fuquene, 2011)

**Pozos de inspección:** Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento. (SIAPA, 2014)

**Sistema de acueducto:** Un sistema de acueducto o sistema de abastecimiento de agua es aquella estructura que es capaz de captar agua de una fuente ya sea una quebrada o un río, esta es llevada a través de tuberías con el fin de ser llevadas hasta las viviendas y hogares de una población.

Componentes de un Sistema de acueducto.

- La fuente de abastecimiento.
- La captación de agua superficial y/o aguas subterráneas.
- La aducción.
- Desarenador.
- Planta de tratamiento.
- Los tanques de compensación.
- Redes de distribución.
- Otros Componentes. Las estaciones de bombeo. Donde se requieran. (Barahona, 2010)

**Red de distribución:** La red de distribución es el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta de agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales,

públicos y privados. Estas redes parten de los tanques de almacenamiento y/o compensación e incluyen además de las tuberías, los nudos, las válvulas de control, las válvulas reguladoras de presión, las ventosas, los hidrantes, las acometidas domiciliarias y todos los demás accesorios y estructuras complementarias necesarios para la correcta operación del sistema. (Ramirez, 2016)

**Sistema de alcantarillado sanitario:** Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias. Un sistema de alcantarillado está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el reúso dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio. (SIAPA, 2014)

**Componentes de una red de alcantarillado sanitario:** Los componentes de una red de alcantarillado sanitario son:

- Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias;
- Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

- Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.
- Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.
- Estaciones de bombeo: Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.
- Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.
- Vertido final de las aguas tratadas: el vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados. (Pareja, 2010)

**Sistema de información geográfica:** Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas. El objetivo de SIG consiste en crear, compartir y aplicar útiles productos de información basada en mapas que respaldan el trabajo de las organizaciones, así como crear y administrar la información geográfica pertinente. Los mapas representan colecciones lógicas de información geográfica como capas de mapa. Constituyen una metáfora eficaz para modelar y organizar la información geográfica en forma de capas temáticas. Asimismo, los mapas SIG interactivos ofrecen la interfaz de usuario principal con la que se utiliza la información geográfica. (Resources, ArcGis, 2017)

## **2.2 Enfoque Legal**

**Normatividad. Resolución No. 0330 de 8 de junio de 2017.** Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

Titulo 2. Requisitos técnicos. Capítulo 1. Aspectos generales

Artículo 41. Referenciación de componentes. En el sistema de información empleado por la persona prestadora del servicio se deben recopilar y registrar las características geográficas (sistema de coordenadas y datum específicos) de todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y/o aseo (...).

Artículo 42. Catastro de redes. Debe contarse con un catastro de red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posibles para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorio, material, profundidad y año de instalación. Este catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la red de distribución. (Ministerio de Vivienda, 2017)

La Constitución Política de Colombia en sus artículos.

**Artículo 8.** Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. Según Constitución Política Colombiana (Const, 1991, art. 8)

**Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. (Const, 1991, art. 80)

**Artículo 365.** Prestación de servicios públicos. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. (Const, 1991, art. 365)

**Artículo 366.** El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. (Const, 1991, art. 366).

## Capítulo 3. Informe de Cumplimiento de Trabajo

### 3.1. Unificar una metodología para establecer los procedimientos para elaborar el catastro de redes de acueducto y alcantarillado que permita estipular los mismos parámetros para su seguimiento, control y actualización.

Inicialmente se decidió plantear una metodología general en la cual se pudiera estipular los parámetros pertinentes y necesarios para la realización del catastro tanto para las redes del sistema de acueducto como para el catastro de las redes del sistema de alcantarillado. Para ello, se ejecutaron una serie de reuniones con ingenieros de la empresa y de la dirección de planeación, con el fin de definir el conjunto de procedimientos a seguir para recolectar la información real y actualizada que permita visualizar y controlar el inventario del acueducto y alcantarillado.

La definición de la metodología, además, se definió basándose en un diagnóstico del manejo de anteriores catastros realizados por la empresa, y así realizar la unificación de una sola metodología con el fin de ser utilizada en futuros catastros.

Por consiguiente, la metodología definida para la ejecución del catastro de los sistemas de acueducto y alcantarillado se describe a continuación:

Metodología del catastro del sistema de acueducto

Identificación de los planos:

**Plano general:** Como parte inicial para la ejecución del catastro de las redes del sistema de acueducto es necesario definir el plano general, el cual presenta una representación geográfica

de la zona urbana del municipio, en el cual opera la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña. Este plano dispone una visión panorámica de los aspectos urbanísticos del municipio.

El plano maestro tiene como base la información urbana del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Secretaria de Planeación. Este plano se encuentra definido e identificado en los archivos de la Empresa y el cual se convierte en una parte fundamental para el desarrollo del catastro y sus futuras actualizaciones.

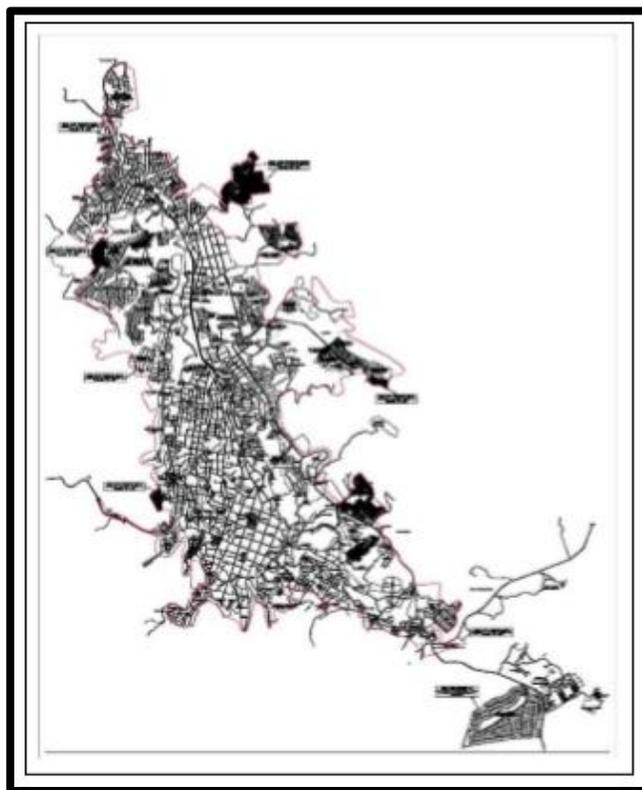


Figura 2. Plano General del municipio de Ocaña, Norte de Santander. Fuente. Base cartográfica Dirección de Planeación Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A.

**Plano zonal:** La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña cuenta con un plano zonal el cual sectoriza el municipio en 10 zonas hidráulicas.

Zona 1: Rebombeo tanque laguna

Zona 2: Rebombeo cerro de los muertos y santa cruz

Zona 3: Rebomdeo tanque buenavista

Zona 4: Media

Zona 5: Alto occidental

Zona 6: Bajo central

Zona 7: Alto oriental

Zona 8: Alto sur

Zona 9: Alto occidental

Zona 10: Verde o recreacional

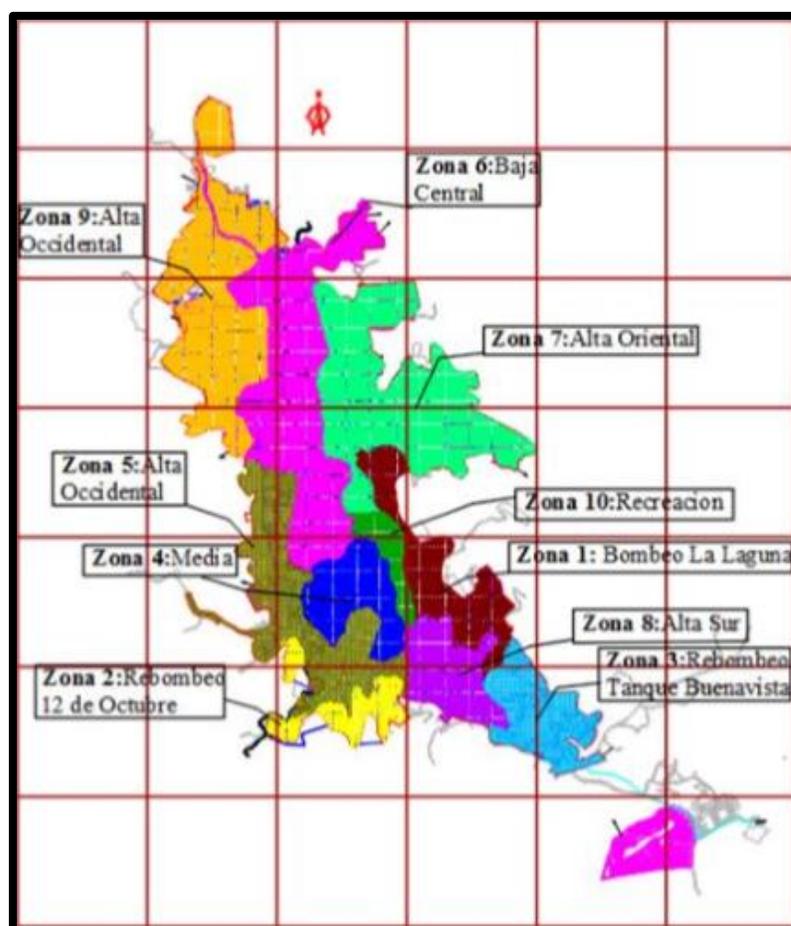


Figura 3. Zonas de distribución del servicio de acueducto del municipio de Ocaña. Fuente. Base cartográfica Dirección de Planeación Empresa de Servicios Públicos de Ocaña. ESPO S.A

**Identificación del sector de estudio en el cual se va a realizar el catastro.** Basándose en el plano zonal de la empresa, es necesario aclarar que el catastro se debe realizar desde la primera zona hidráulica definida en el plano, para seguir una secuencia desde la primera zona hasta la décima zona.

**Preparación del formato de catastro a utilizarse en la recolección de la información en las salidas de campo.** En conjunto con ingenieros de la empresa se define un formato técnico que permite captar la información que se obtiene en la ejecución del catastro en campo; el formato fue diseñado con el fin de captar datos de ubicación geográfica, detalle de accesorios, detalles de tuberías y toda información necesaria que permita tener claridad de las redes del sistema de acueducto del sector que trabaja.

**Formato.** Se definió una ficha para la recolección de los datos en campo para el catastro de las redes del sistema de acueducto. Como el catastro se trabaja por cruces, cada formato está diseñado para captar datos por cada cruce del sector de estudio. La ficha elaborada para el catastro. (Ver Apéndice A).

Explicación y llenado del formato:

Primera parte del formato: Información de la empresa, información del catastro y ubicación geográfica.

	<b>EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA</b>					<b>CATASTRO TÉCNICO DE REDES DE ACUEDUCTO</b>	
	<b>FORMATO DE LEVANTAMIENTO INICIAL TUBERÍAS, ACCESORIOS, VÁLVULAS E HIDRANTES</b>						
	<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>						
ZONA CATASTRAL AGUSTIN CODAZZI	ZONA HIDRAULICA	NOMBRE ZONA HIDRAULICA	BARRIO	CRUCE	ESQUINA S		



Figura 4. Primera parte del formato de campo del catastro de redes de acueducto.

Fuente. Autor

Información de la empresa: En la parte superior del formato aparece el logo y nombre de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A.

Nombre del formato: En él se describe el nombre del formato y el tipo de catastro que se está ejecutando.

Ubicación geográfica: Para la información geográfica fue necesario contar con los siguientes datos:

Zona catastral Agustín Codazzi: En esta parte se coloca la zona catastral urbana, de las tres que define el IGAC para el municipio de Ocaña, a la que pertenece la zona de estudio.

Zona hidráulica: La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña divide la zona urbana del municipio de Ocaña en 10 zonas hidráulicas; en este campo se digita el numero de la zona hidráulica donde está el cruce a la que pertenece el formato.

Nombre de la zona hidráulica: en este campo se escribe el nombre de la zona hidráulica donde está el cruce a la que pertenece el formato.

Barrio: Es el barrio a la que pertenece la zona de estudio; si en llegado caso, la zona de estudio se encuentra compartida por dos o más barrios, se coloca el barrio a la que corresponde el cruce del formato.

Cruce: En este campo se digita el número del cruce a la que pertenece el formato. El número correspondiente a cada cruce de la zona se definió enumerándolos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, tomando la norte como referencia siempre.

Esquinas: En esta parte del formato se digitan las cuatro esquinas por las que está rodeado el cruce que se esté detallando; cada esquina estará referenciada por la manzana a la que pertenece y la esquina de la manzana que está en contacto con el cruce (figura 5).

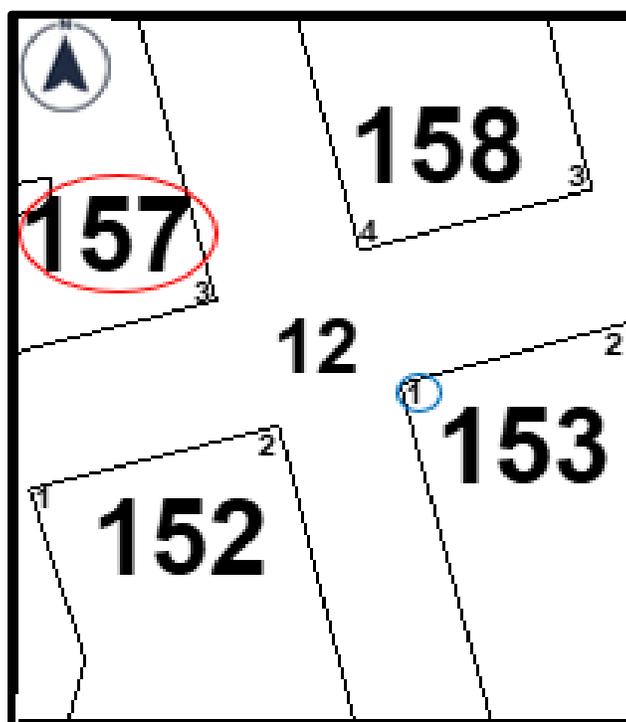


Figura 5. Explicación del cruce del formato de campo del catastro de las redes de acueducto. Fuente. Autor

Importante resaltar que las manzanas son las definidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para el municipio de Ocaña.

Por otro lado, las esquinas fueron enumeradas desde la parte superior izquierda de la manzana en el plano, hacia la derecha, en sentido de las manecillas del reloj (Figura 6).

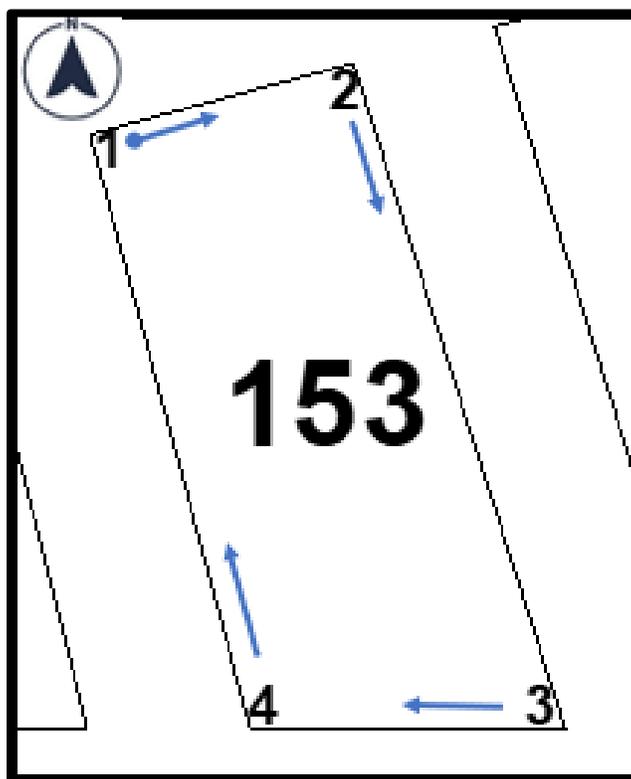


Figura 6. Explicación de las esquinas de las manzanas.  
Fuente. Autor

Luego de tener claro la definición de las manzanas y las esquinas, se llena el campo de esquinas del formato. Al momento de llenar cada recuadro con la información de la esquina correspondiente, se debe tener en cuenta que se debe colocar el número de la manzana del IGAC primero y luego separado con un guion el número de la esquina de la manzana que está en contacto con el cruce. El campo de esquinas es propenso a modificaciones dependiendo de la forma que tenga el cruce.

ESQUINAS	157-3	158-4
	152-2	153-1

Figura 7. Forma correcta del llenado de las casillas de esquina del formato.  
Fuente. Autor

Zona de planos: Se encuentra en la parte superior derecha del formato, presenta un plano general de la zona y muestra seleccionado con una equis roja (X) el cruce al que pertenece el formato. El plano de la derecha es un acercamiento del cruce, permitiendo apreciar mejor entre que manzanas se encuentra dicho cruce. En la figura 8 se evidencia como debe estar lleno esta zona del formato

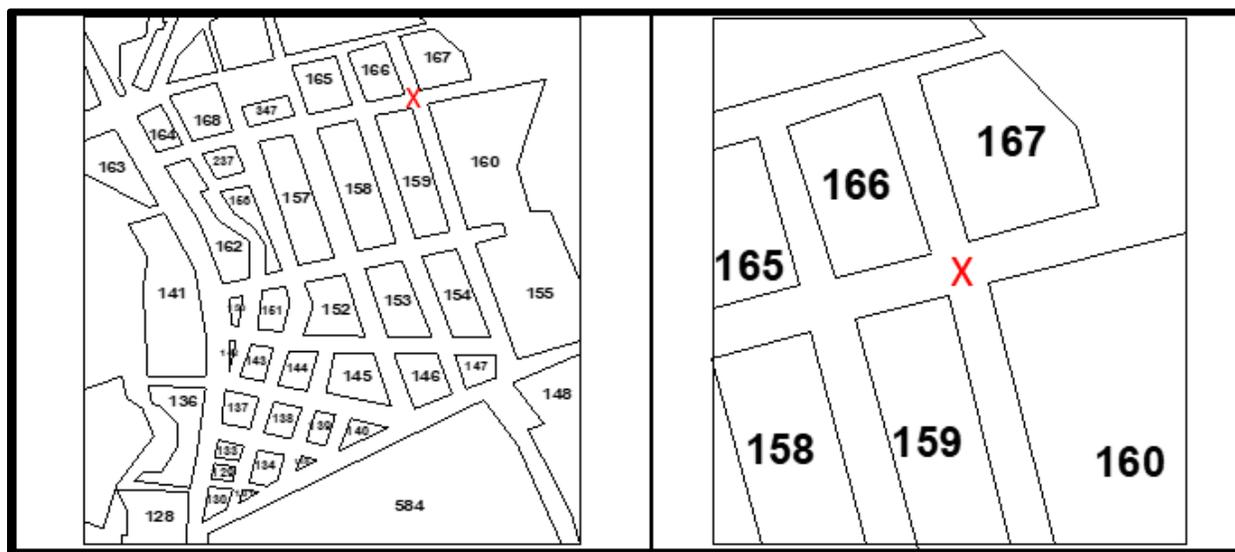


Figura 8. Zona de planos del formato de campo. Fuente. Autor



campos se llenan con N/A (No aplica). La información de válvulas suministrada en el plano es la siguiente:

No. En el plano de válvulas: Hace referencia al número asignado en el plano general de válvulas de la Empresa De Servicios Públicos de Ocaña (ESPO S.A.). Si por algún caso, la válvula que se esté detallando no aparece en el plano general de válvulas, se le asigna un nuevo número, haciendo esto parte de la actualización de los planos con los que cuenta la empresa, como uno de los objetivos del catastro de la zona.

Giro de apertura: Se indica la dirección, Izq. (izquierda) o Der. (Derecha), para el cual se abre la válvula.

Vueltas: se anota el número de vueltas que tiene la válvula en el momento de su estudio.

Detalles de Hidrantes: En estos campos se anota información de los hidrantes encontrados en el cruce. en llegado caso que el accesorio sea diferente a un hidrante, estos campos se llenan con N/A (No aplica). La información de hidrantes suministrada en el plano es la siguiente:

Nº en el plano de hidrantes: Indica el número asignado al hidrante en referencia en un plano de hidrantes.

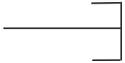
Presión operativa: corresponde a la presión operativa del hidrante en referencia; esta información es suministrada por un reciente estudio de los hidrantes de la zona urbana del municipio de Ocaña ejecutado por la Empresa.

Hora: es el instante del día en que fue tomada la presión operativa del hidrante.

Tipo de vía: es la rasante en el que se encuentra el accesorio; este puede ser concreto, asfalto, tierra, concreto de andén u otro.

Tercera parte del formato: Esquema del sector, detalle de tuberías e información de los puntos de referencia del sector.



YEE	Y	
TAPÓN	TP	
VALVULA DE PURGA	VP	
VALVULA VENTOSA	VV	
VALVULA CORTE	VC	
VALVULA REDUCTORA	VR	
HIDRANTE	H	

Fuente. Autor

Los accesorios presentan el número que se le asignó en el esquema y que se coloca en la información de los accesorios. Por otra parte, los puntos de referencia están denotadas con las letras del abecedario.

A demás, el esquema cuenta con el nombre y ubicación de las manzanas que delimitan el cruce, y alguna información adicional que permita reconocer más a fondo el cruce referenciado. En los costados del esquema, se coloca el nombre de los cruces vecinos del que se está referenciando.

Detalle de tuberías: Esta parte del formato cuenta con la siguiente información:

Tramo: Es el nombre asignado a cada tramo de tubería. La nomenclatura para referir a los tramos de red de acueducto es la letra te (T) seguido de un numero el cual diferencia a cada tramo.

Por otra parte, si un tramo de red se comparte en dos cruces, solo será referenciado en uno solo.

Inicio: esta casilla se divide en dos:

N° en el esquema: en esta casilla se digita el N° de esquema del accesorio en el cual inicia el tramo de red.

Del cruce: hace referencia al cruce al que pertenece el accesorio donde inicia el tramo.

Fin: al igual que la casilla anterior, esta se divide en dos:

N° en el esquema: en esta casilla se digita el N° de esquema del accesorio en el cual finaliza el tramo de red.

Del cruce: hace referencia al cruce al que pertenece el accesorio donde finaliza el tramo de red.

Longitud: Es la extensión en metros que tiene el tramo desde el accesorio en que inicia al accesorio en que finaliza.

DN: hace referencia al diámetro nominal de la tubería en pulgadas de la tubería que comprende el tramo de red de acueducto en referencia.

Tipo de vía: es la rasante en el que se encuentra el tramo de red referenciado; este puede ser concreto, asfalto, tierra, concreto de andén u otro.

Profundidad promedio: es el desnivel promedio en metros que tiene el tramo de red en referencia. Esta profundidad promedio se saca teniendo en cuenta la información de la profundidad de los accesorios. En llegado caso que no se cuente con dicha información, es importante apoyarse en el conocimiento que tienen los inspectores de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña de las redes de acueducto del municipio.

Fecha de Instalación: corresponde a la fecha de instalación del tramo de red de acueducto en referencia. El formato de fecha establecido es dd/mm/aa. Puede que se cuente con esta información como también puede que no se cuente con ella, es por eso que en llegado caso que no sea posible definir la fecha de instalación, se anotará en la casilla N/I (no identificado).

Detalle de accesorios del cruce: esta parte del formato es opcional. Se hace necesario agregarla en llegado caso en que en el esquema del sector no se pueda detallar bien la información de los accesorios, tramos y puntos de referencia. En este caso, se hace un acercamiento a la zona que no se puede detallar a simple vista en el plano.

Puntos de referencia del sector: en esta parte del formato se detallan los puntos de referencias encontrados en el cruce los cuales sirven de referencia para los accesorios del sector.

En la primera parte de la tabla de los puntos de referencia, Ref., se coloca la letra con la cual se identifica el punto de referencia. Por otra parte, la parte de descripción, se describe el punto de referencia encontrado, por ejemplo, si es un poste de energía eléctrica, una esquina del cruce, entre otros.

Cuarta y última parte del formato: observaciones, nomenclatura e información de ejecución del catastro.

OBSERVACIONES:			
<small>Nomenclatura: AC: Asbesto cemento, C: Codo, CR: Cruz, DER: Derecha, DN: Diámetro nominal, H: Hidrante, HF: Hierro fundido, IZQ: Izquierda, N/A: No aplica, N/I: No identificada, PROF: Profundidad, PVC: Cloruro de polivinilo, R: Reducción, SC: Semicodo, T: Tee, TP: Tapano, VC: Válvula de cierre, VP: Válvula de purga, VR: Válvula reoventadora de presión, VV: Válvula ventosa, Y: Yee</small>			
FECHA DE LEVANTAMIENTO	FECHA DE ELABORACIÓN	ELABORÓ	RESPONSABLE DE CATASTRO
			F1-12

Figura 11. Cuarta parte del formato de campo del catastro de las redes de acueducto.

Fuente. Autor

Observaciones: Esta parte del formato está establecido para hacer alguna observación de lo encontrado en el cruce. Esta casilla es opcional.

Nomenclatura: esta zona del formato permite apreciar la nomenclatura de las abreviaturas utilizadas en el llenado del formato, organizado alfabéticamente, facilita la interpretación de la información del catastro

Fecha de levantamiento: En esta casilla se coloca la fecha en que se ejecuta la recolección de la información del catastro en campo.

Fecha de elaboración: allí se coloca la fecha de llenado del formato de catastro.

Elaboró: corresponde al nombre de quien ejecutó el catastro.

Responsable del catastro: es la persona encargada de coordinar la ejecución del catastro de redes de acueducto en la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A.

**Ejecución de salidas de campo.** Luego de tener preparados los formatos a utilizar, se ejecuta las salidas respectivas de campo a la zona de estudio con acompañamiento de inspectores y fontaneros de la empresa con conocimiento de las redes del sistema de acueducto con el fin de facilitar la recolección de la información del catastro. Es importante llevar material necesario para captar la información de la zona.

**Digitalización de la información en el formato virtual.** Digitalizar parcialmente la información recogida diariamente en los formatos digitales del catastro. El formato de campo tiene su plantilla similar en un documento de Microsoft Excel, en el cual se traslada la información de los formatos físicos al formato virtual y de esta manera generar una base de datos de los cruces estudiados en el catastro.

**Revisión y socialización de la información del catastro.** Es importante realizar una revisión de la información encontrada y recolectada con ingenieros de la empresa de servicios públicos de Ocaña con el fin de socializar el avance del catastro del sector de estudio con los directores del área de Planeación y del área Físico Operativa de la Empresa para consultar recomendaciones o solucionar inquietudes de alguna información especial encontrada en el sector.

**Actualización de planos.** Actualización del plano de válvulas de la empresa con la información del catastro a través del programa AutoCAD.

**Montaje del plano georreferenciado en ArcGIS.** Luego de tener toda la información en los formatos del catastro, se organiza los datos de referenciación como lo son las coordenadas para elaboración del plano de referenciación geográfica usando el programa ArcGIS, apoyado con el plano de válvulas en AutoCAD. A demás se organiza la información que aparece en el plano como lo son las características de los elementos, ubicación, imagen de guía, entre otros.

**Resultado final del catastro.** Ya habiendo finalizado la ejecución de todo el catastro del municipio, en cada una de las zonas, se definen las cifras de estado, funcionamiento y necesidad de reposición de las redes del sistema de acueducto según la información recolectada en campo para futuros proyectos de reposición de las redes del sistema.

Metodología del catastro del sistema de alcantarillado

Identificación de los planos:

**Plano general:** Como parte inicial para la ejecución del catastro de las redes del sistema de acueducto es necesario definir el plano general, el cual presenta una representación geográfica de la zona urbana del municipio, en el cual opera la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña. Este plano dispone una visión panorámica de los aspectos urbanísticos del municipio.

El plano general (figura 2) tiene como base la información urbana del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Secretaria de Planeación. Este plano se encuentra definido e identificado en los archivos de la Empresa y el cual se convierte en una parte fundamental para el desarrollo del catastro y sus futuras actualizaciones

**Plano zonal:** Para el plano zonal, se tiene en cuenta el plano de zonas hidráulicas de la empresa (figura 3), con el fin de mantener la misma división que maneja el catastro de redes del sistema de acueducto y así de esta manera facilitar la ejecución del catastro del sistema de alcantarillado.

**Plano catastral de redes de alcantarillado 2008.** Importante tener como referencia el plano catastral de las redes de alcantarillado del año 2008 con el que cuenta la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, puesto que será necesario al momento de recolectar la información y corroborar su continuidad en campo o si han presentado algunas modificaciones con las que se deba hacer la actualización del mismo.

**Identificación del sector de estudio en el cual se va a realizar el catastro.** Como el catastro de alcantarillado se ejecuta basándose en las mismas zonas de distribución del sistema de acueducto y con el mismo plano zonal de la empresa, se recomienda realizarlo desde la

primera zona hidráulica definida en el plano, para seguir una secuencia desde la primera zona hasta la décima zona, así de esta manera se garantiza una homogeneidad en la realización de ambos catastros.

**Preparación del formato de catastro a utilizarse en la recolección de la información en las salidas de campo.** En conjunto con ingenieros de la empresa se define un formato técnico que permite captar la información que se obtiene en la ejecución del catastro en campo; el formato fue diseñado con el fin de captar datos importantes para el estudio del sistema de alcantarillado. Cabe resaltar que el formato diseñado está basado en un diseño hecho años atrás por la empresa, al cual se le realizaron las modificaciones en base a nuevos datos requeridos por la dirección de planeación de la empresa.

**Formato.** Se definió una ficha para la recolección de los datos en campo para el catastro de las redes del sistema de alcantarillado. El formato está diseñado para realizar el estudio por pozos de inspección de los sectores de estudio, los cuales hace parte fundamental para el estudio de la infraestructura del sistema, puesto que arroja información de características y estado del sistema; por lo tanto, cada formato se llena por pozo de inspección. Ver Apéndice B.

Explicación y llenado del formato:

Primera parte del formato: Información de la empresa, información del catastro y ubicación geográfica.

Figura 12. Primera parte del formato de campo de las redes de alcantarillado. Fuente. Autor

	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE OCAÑA			CAPTURA DE CATASTRO DE RED DE ALCANTARILLADO			
	FECHA	16/08/2019	ZONA CATASTRAL	3	DIRECCIÓN	CLL 12 CON CRA 37	
	BARRIO	LA PRIMAVERA	MANZANA	154	COORDENADAS DE UBICACIÓN	Latitud	08°15'39,33613" N
				Longitud		73°21'28,88169" W	

Información de la empresa: En la parte superior del formato aparece el logo y nombre de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A.

Información del formato: En él se describe el nombre del formato y el tipo de catastro que se está ejecutando, además de la fecha de ejecución.

Ubicación geográfica: Para la información geográfica fue necesario contar con los siguientes datos:

Zona catastral: en esta parte se coloca la zona catastral urbana, de las tres que define el IGAC para el municipio de Ocaña, a la que pertenece la zona de estudio.

Dirección: en esta casilla se coloca una dirección de referencia cerca del pozo que se está referenciando.

Barrio: Es el barrio a la que pertenece la zona de estudio; si en llegado caso, la zona de estudio se encuentra compartida por dos o más barrios, se coloca el barrio a la que corresponde el cruce del formato.

Manzana: es el número de una de las manzanas cercanas a la ubicación del pozo de inspección.

Coordenadas de ubicación: Se anotan la latitud, y longitud del pozo tomadas con un GPS en el centro de la tapa.

Segunda parte del formato: Bosquejo de la zona de ubicación del pozo, información de la tapa del pozo, cota rasante del pozo, tipo de vía, profundidad y esquema de referencia de los datos del pozo.

BOSQUEJO	TAPA	Perfil:
	Dímetro Tapa (m):	
	Altura Tapa (m):	
	COTA RASANTE	
	TIPO DE VIA	
	CONCRETO <input type="checkbox"/>	
	ASFALTO <input type="checkbox"/>	
	CONCRETO ANDEN <input type="checkbox"/>	
	SEPARADOR <input type="checkbox"/>	
	ZONA VERDE <input type="checkbox"/>	
	TIERRA <input type="checkbox"/>	
	OTRO <input type="checkbox"/>	
	PROFUNDIDAD POZO (m)	

Figura 13. Primera parte del formato de campo de las redes de alcantarillado. Fuente. Autor

**Bosquejo:** en él se presenta el croquis de la ubicación del pozo en referencia. Es importante definir la dirección de la norte. El bosquejo del sector cuenta con distancias de referencia del pozo y la dirección de los colectores que entran y salen de él.

**Tapa:** en esta parte del formato se define parte de la información encontrada de la tapa del pozo:

**Diámetro:** Se mide el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de la circunferencia de la tapa del pozo de inspección.

**Altura de la tapa:** espesor de la tapa del pozo de inspección.

**Cota rasante:** en esta cajilla se digita la altura sobre el nivel del mar de la rasante donde se encuentra la tapa del pozo. Esta es tomada con un GPS.

**Tipo de vía:** se escoge el tipo de rasante en el que se encuentra la tapa del pozo.

Profundidad del pozo: en ella se escribe la altura que tiene la rasante o la tapa con respecto al fondo del pozo. Este dato se toma por medio de un flexómetro.

Perfil: Es una parte fija del formato en el cual se presenta una representación de la infraestructura completa común de un pozo de inspección el cual expresa una explicación de alguno de los datos del catastro y así tener una guía al momento de ejecutar el catastro en campo.

Tercera parte del formato: información de las tuberías de entrada y salida del pozo.

TUBERIAS								Observaciones
ID	Material	Tipo de colector	Descripción elemento			Longitud (m)		
			Diámetro (pul.)	Cota clave (m)	Del pozo			Al pozo

Figura 14. Tercera parte del formato de campo del catastro de las redes de alcantarillado.  
Fuente. Autor

ID: es el número de identificación que se le asigna al colector en el pozo de inspección

Material: es el tipo de material del colector referenciado, este puede ser PVC, GRES, CEMENTO o en llegado caso de no identificarse el material, se coloca N/I (No identificado).

Tipo de colector: define si la tubería en referencia es de entrada o de salida en el pozo.

Diámetro: como se nombre lo dice, define el diámetro en pulgadas del colector en referencia.

Cota clave: Es la cota clave del colector en referenciada. Esta cota fue tomada teniendo en cuenta la cota de la rasante del pozo restando el desnivel del colector con respecto a la rasante.

Del pozo: en esta casilla se digita en que pozo inicia el colector; si es un colector de entrada, este iniciara en un pozo diferente al que se está referenciando. Por otra parte, si es un colector de salida, en esta casilla se coloca el número del pozo que se está referenciando.

Al pozo: Contrario a la casilla anterior, en esta se digita el número del pozo en que finaliza el tramo de tubería.

Longitud: es la distancia en metros que tiene el colector desde el pozo en que inicia hasta el pozo en que termina. Esta longitud se logra tomar utilizando un odómetro de distancia.

Observaciones: en esta casilla se puede colocar algún dato particular o diferente de los colectores que no se puede colocar en el resto de casillas de esta parte del formato.

Cuarta parte del formato: Identificación y características del pozo.

No. POZO		CARACTERISITICAS						
Tipo Tapa	Estado Tapa	Posibilidad de apertura	Tipo de pozo	Drenaje	Estado de la cañuela	Condición del pozo	Material de la estructura de pozo	Observaciones

Nomenclatura: MP: Mampostería; CR: Concreto reforzado; O: Otro; N/D: No definido, N/I: No identificada

Figura 15. Cuarta parte del formato de campo del catastro de las redes de alcantarillado.

Fuente. Autor

No. Pozo: es la identificación que se le da al pozo en el plano de la zona.

Tipo de Tapa: es el material por el que está compuesto o hecha la tapa. Puede ser HIERRO, CONCRETRO, FERROCONCRETO (compuesta por hierro y concreto), o por otra parte SIN TAPA en llegado caso de que el pozo no cuente en el momento con una.

Estado Tapa: en esta casilla se muestra la condición general de la tapa.

Posibilidad de apertura: aquí se expresa si se pudo retirar la tapa del pozo para estudiar el mismo.

Tipo de pozo: en esta casilla se detalla la forma de la estructura del pozo en referencia; si tiene una estructura común mostrada en la parte de esquema de referencia, es decir, CON CONO, si por el contrario no cuenta la estructura normal, es decir, SIN CONO o en llegado caso sea una CAJA de inspección. Por último, si no se pudo definir la forma de la estructura del pozo, se coloca N/D.

Drenaje: Se selecciona el funcionamiento del drenaje, si es buena, regular o mala la evacuación de aguas residuales, o en llegado caso no se pudo definir el estado del drenaje.

Estado de la cañuela: Se escoge el estado en el que se encuentra la cañuela, si esta buena, regular, mala, o en otro caso no cuenta con una cañuela que permita la circulación correcta de las aguas residuales que ingresan por los colectores de entrada y se dirigen al colector de salida. Por último, si no se pudo definir el estado de la cañuela, se coloca N/D.

Condición del pozo: Se determina si el pozo en su interior se encuentra obstruido o limpio.

Material de la estructura del pozo: Define el material de la estructura del pozo.

Observaciones: este espacio del formato está expreso a colocar información anexa del pozo de inspección. Importante definir si el pozo cuenta o no con escalones de acceso por tener una profundidad mayor a 2 metros.

Nomenclatura: esta zona del formato permite apreciar la nomenclatura de las abreviaturas utilizadas en el llenado del formato, organizado alfabéticamente, facilita la interpretación de la información del catastro.

**Digitalización de la información en el formato virtual.** Digitalizar parcialmente la información recogida diariamente en los formatos digitales del catastro. El formato de campo tiene su plantilla similar en un documento de Microsoft Excel, en el cual se traslada la información de los formatos físicos al formato virtual y de esta manera generar una base de datos del catastro de alcantarillado.

**Revisión y socialización de la información del catastro.** Es importante realizar una revisión de la información encontrada y recolectada con ingenieros de la empresa de servicios públicos de Ocaña con el fin de socializar el avance del catastro del sector de estudio con los directores del área de Planeación y del área Físico Operativa de la Empresa para consultar recomendaciones o solucionar inquietudes de alguna información especial encontrada en el sector.

**Actualización de planos.** Culminada la toma de datos en campo y digitalizado el formato de base de datos en la plantilla de Excel, el paso a seguir es actualizar el plano de catastro de redes de alcantarillado en el sector de estudio utilizando la información correspondiente. Este plano quedará completamente actualizado en el momento de cumplido el catastro en todos los sectores del municipio.

**Montaje del plano georreferenciado en ArcGIS.** Luego de tener toda la información en los formatos del catastro, se organiza los datos de referenciación como lo son las coordenadas para elaboración del plano de referenciación geográfica usando el programa ArcGIS, apoyado en el plano actualizado del catastro de redes de alcantarillado. A demás se organiza la información

que aparece en el plano como lo son las características de los elementos de la infraestructura, ubicación, imagen de guía, entre otros.

**Resultado final del catastro.** Ya habiendo finalizado la ejecución de todo el catastro del municipio, en cada una de las zonas, se definen las cifras de estado, funcionamiento y necesidad de reposición de las redes del sistema de acueducto según la información recolectada en campo para futuros proyectos de reposición de las redes del sistema.

### **3.2. Identificar el sector de estudio dentro de los planos y bases cartográficas de la empresa ESPO S.A. E.S.P.**

Se decidió escoger una zona de estudio piloto, con el fin de poner en práctica y analizar los resultados de la nueva metodología definida para la realización del catastro de los sistemas de acueducto y alcantarillado. En reunión con ingenieros y directores de las áreas de planeación y físico operativa, se seleccionó el sector comprendido por los barrios La Primavera y Buenos Aires, haciendo una delimitación de la siguiente manera:

De Este a Oeste por la Calle 11 y la Avenida Francisco Fernández de Contreras respectivamente y de Norte a Sur por la Carrera 38 y la Transversal 30 respectivamente; quedando el mapa de la zona de estudio piloto a continuación.

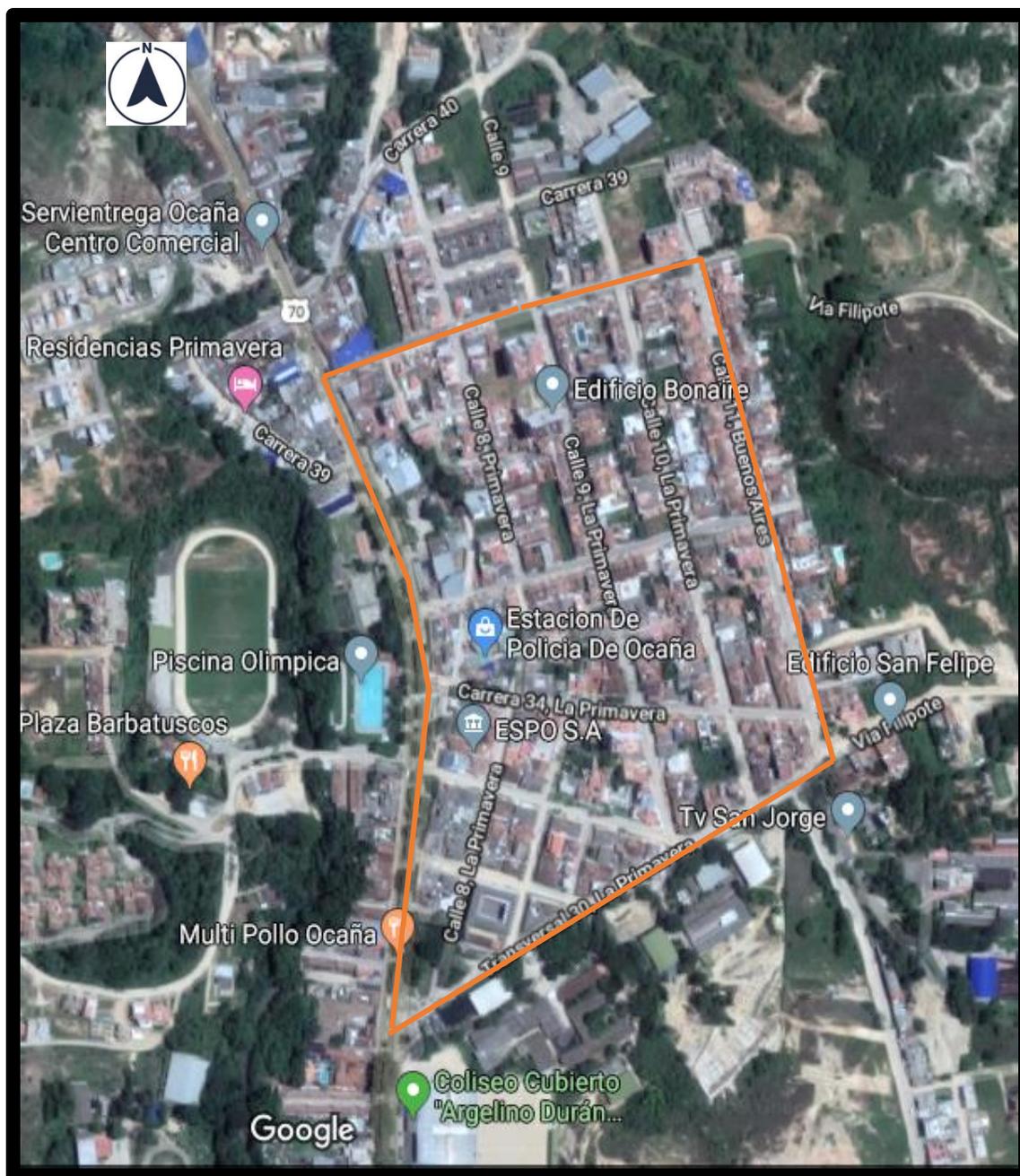


Figura 16. Imagen satelital de la zona de estudio. Fuente. Google Maps



Figura 17. Delimitación de la zona de estudio para el catastro. Fuente. Autor

**3.3. Ejecutar salidas de campo a la zona de estudio piloto con el fin de realizar el catastro de la infraestructura actual de las redes de los sistemas de acueducto y alcantarillado y verificar la información extraída de los planos.**

**Catastro de Acueducto.** Luego de definida la zona de estudio piloto, se realizan las salidas de campo correspondientes para ejecutar la recolección de los datos pertinentes comenzando con el catastro de las redes del sistema de acueducto del sector. En cada salida se contó con acompañamiento de uno de los inspectores más experimentados con el que cuenta la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, el cual tiene conocimiento amplio del sistema de acueducto; fue muy importante contar con el acompañamiento de este personal de la empresa debido a que las redes de este sistema solo se conocen por medio del plano de válvulas y de redes, y cualquier última actualización que haya tenido lo conoce el inspector acompañante (figura 18).



Figura 18. Acompañamiento en campo de un inspector de ESPO S.A.  
Fuente. Autor.

Cabe resaltar que para las salidas a campo para el catastro del sistema de acueducto se contó también con acompañamiento de practicantes de la empresa que ayudaron en el proceso de toma de datos (figura 19).



Figura 19. Acompañamiento de practicante de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña. Fuente. Autor.

Para la toma de datos correspondiente al catastro, fue necesario, como especifica la metodología definida en el capítulo 3.1.1., enumerar los cruces encontrados en el sector (figura 20), con el fin de trabajar el formato aprobado por la empresa para captar la información.

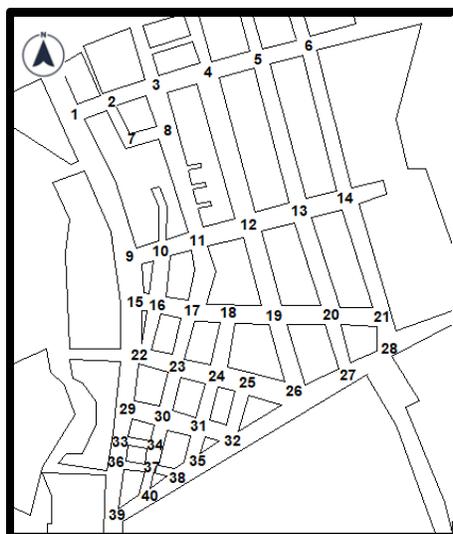


Figura 20. Enumeración de los cruces de la zona de estudio. Fuente. Autor.

Teniendo claro los cruces a estudiar de la zona, se empezó a recolectar la información con el formato físico, el cual fue impreso en el tamaño ideal de manera que no dificultara la digitación de los datos ni tampoco fuera muy complicado de manejar (figura 21).

El formulario, titulado 'EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OAXACA', contiene varias secciones para la recolección de datos en campo:

- ENCABEZADO:** Incluye el logo de la empresa y el título 'FORMATO DE LEVANTAMIENTO TÉCNICO DE REDES DE AGUA POTABLE'.
- SECCIONES:**
  - ACTUARIOS:** Una tabla con múltiples columnas para registrar datos de los actuarios.
  - ESQUEMA SECTOR:** Un espacio para dibujar el esquema del sector.
  - DETALLE DE TUBERÍAS:** Una tabla detallada para registrar las tuberías, con columnas como 'LÍNEA', 'MATERIAL', 'DIÁMETRO', 'LONGITUD', etc.
  - PUNTO DE REFERENCIA DEL SECTOR:** Una sección para registrar los puntos de referencia del sector.
- PIE DE PAGINA:** Incluye el número de página 'F1-1'.

Figura 21. Formato físico para recolección de datos en campo.  
Fuente. Autor.

Con el formato y el orden los cruces ya claros, se prosigue a hacer el reconocimiento técnico de los elementos que conforman las redes del sistema de acueducto. Es importante establecer la ubicación aproximada de algunos accesorios del sistema, es por esto que lo primero que se realizó fue el bosquejo de la zona, y siguiendo las indicaciones del inspector ya su vez corroborando con el plano de válvulas impreso se elabora el bosquejo del cruce donde se dibujan las tuberías que pasan por el sector, los accesorios, codos, tee, taponés, entre otros. A diferencia de los anteriores elementos, si se puede precisar la ubicación exacta de otros como son las válvulas, los cuales logran estar a la vista. Otros elementos que se decidió referenciar son los hidrantes. El bosquejo también incluye elementos que ayudan en la ubicación de los accesorios, estos son puntos de referencias del cruce como postes de energía eléctrica, esquinas de

manzanas. Al final se obtiene un bosquejo que facilitará tener una proyección de las redes del sistema de acueducto del cruce (Figura 22).

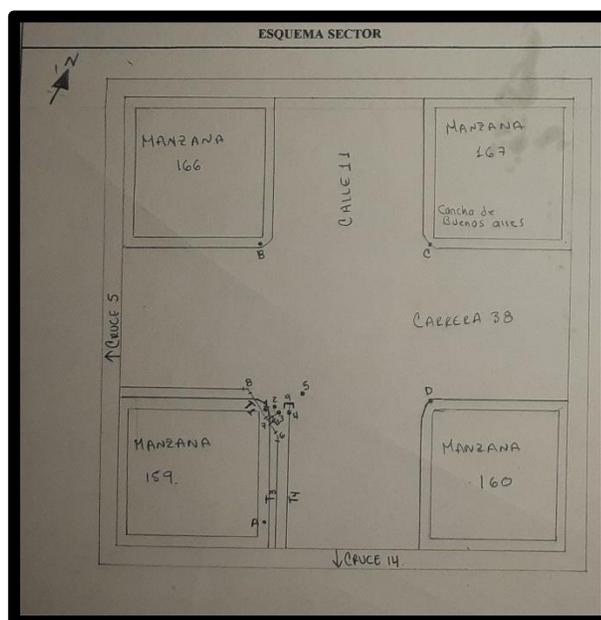


Figura 22. bosquejo a mano alzada de uno de los cruces de la zona de estudio.  
Fuente. Autor

Todos los puntos denotados en el esquema del cruce, se especifican como lo establece la metodología definida.

Luego de tener listo el bosquejo, se continuó con el llenado de la información de los accesorios del cruce. Para lograr obtener la información correspondiente a la solicitada por el formato, se necesitó de ciertos elementos que facilitara y lograra recolectar dicha información.

Se utilizó un decámetro de 30 metros para obtener las distancias entre los accesorios encontrados del sistema de acueducto y los puntos de referencia en cada cruce (figura 23).



Figura 23. Medida de los puntos de referencia de los accesorios.  
Fuente. Autor.

Los datos de referencias como lo son las coordenadas y la altimetría, fueron tomados con apoyo de un GPS marca Spectra (figura 24) suministrado por le Empresa. El tiempo de referenciación de cada elemento del sistema fue de tres (3) minutos, con el fin de tener una mayor precisión en los datos que arroja el GPS. Estos datos fueron fundamentales al momento del montaje del plano georreferenciado del sistema de acueducto de la zona de estudio.



Figura 24. GPS utilizado para obtener las coordenadas de los elementos del sistema de acueducto. Fuente. Autor



Figura 25. Toma de coordenadas de válvulas de acueducto.  
Fuente: Autor

Por otra parte, los datos correspondientes a la longitud de las tuberías, se tomaron con la ayuda de un odómetro de distancia (figura 26) suministrado por la empresa. Este elemento facilitó en gran medida la toma de la información debido a que se tenían que medir en algunos casos distancias extensas.



Figura 26. Odómetro de distancia utilizado para toma de longitudes de tramos de red de acueducto. Fuente. Autor



Por último, teniendo listo todos los formatos de cada uno de los cruces de la zona, se traslada la información recolectada en campo al formato virtual en el programa MICROSOFT EXCEL, en el cual se presenta la información más organizada. Este es una copia del formato físico utilizado en las salidas de campo, pero permite un fácil llenado de la información. Se decidió tener la base de datos de los cruces del catastro como parte de la metodología definida debido a que esto facilitaría una futura actualización de la información, en llegado caso de realizarse de nuevo un catastro de la misma zona por posibles cambios en el Sistema de acueducto.

El formato virtual está diseñado con una serie de listas en algunas casillas de manera que no se digite alguna información que posiblemente pueda ser errónea; esto además facilita el llenado rápido del formato.

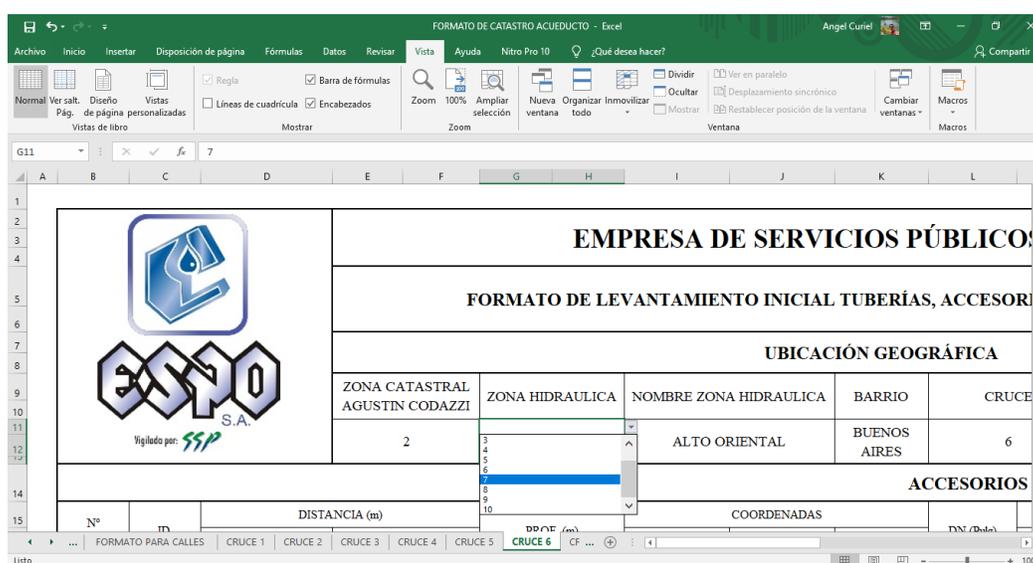


Figura 29. Ejemplo de las listas del formato virtual del catastro de redes de acueducto.  
Fuente. Autor

Por otra parte, en la zona del esquema del cruce se puede apreciar más clara los elementos del sistema en los cruces, puesto que este permite añadir una ilustración hecha en el programa AutoCAD.

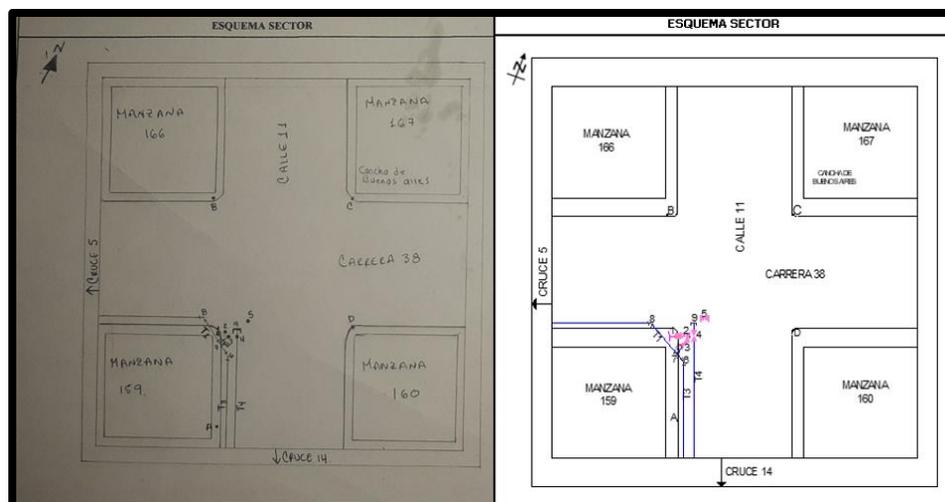


Figura 30. Comparación entre el esquema físico de uno de los cruces y el esquema del formato virtual. Fuente. Autor

**Catastro de Alcantarillado.** Luego de definida la zona de estudio piloto, de igual forma que con el catastro de las redes del sistema de acueducto, se realizan las salidas de campo correspondientes para ejecutar la recolección de los datos pertinentes al catastro del sistema de alcantarillado del sector. En cada salida se contó con acompañamiento de fontaneros de la empresa INSERCODI, empresa contratista de la ESPO S.A, los cuales ayudaron en el proceso de inspección de los pozos, cumpliendo con todos los elementos de protección y señalización.



Figura 31. Acompañamiento de personal de fontanería de la empresa. Fuente. Autor



encontrados, donde además se dibujó los colectores que entraban y salían de los pozos. Otros elementos que se decidió referenciar son los hidrantes.

El bosquejo también incluye distancias referentes que ayudan a precisar la ubicación del pozo de inspección. De esta forma queda preparado el bosquejo de la ubicación del pozo como se muestra en la figura 33.

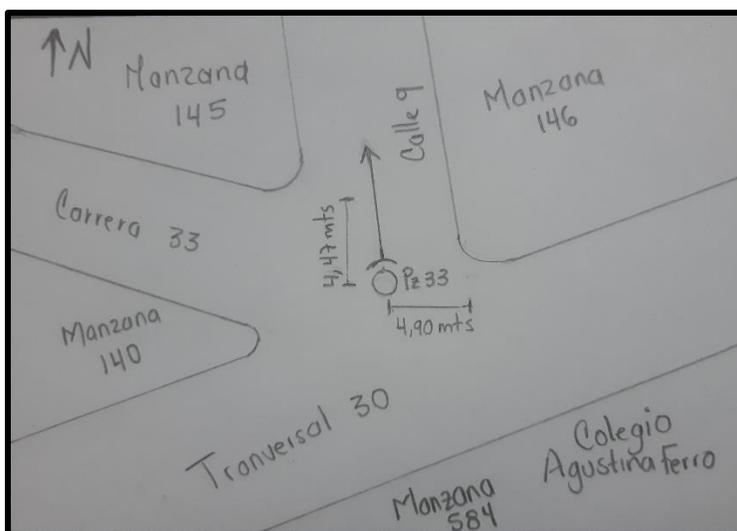


Figura 33. Bosquejo de la ubicación de uno de los pozos del sistema de alcantarillado en el sector. Fuente. Autor

Luego de tener listo el bosquejo, se continuó con el llenado de la información de los accesorios del cruce, tal como lo establece la metodología del catastro del sistema de alcantarillado, siguiendo la explicación para llenar cada una de las casillas del formato.

Para lograr obtener la información correspondiente a la solicitada por el formato, se necesitó de ciertas herramientas que facilitara la recolección de dicha información. La primera parte del formato, que corresponde a los datos de ubicación, se llenaron por adelantado, como una forma de agilizar la ejecución del catastro en campo.

Las distancias de referencias que se aprecian en el esquema del formato se tomaron desde la parte central de la tapa del pozo hacia los bordes o esquinas de andén. Se tomaron mínimo dos (2) referencias por cada pozo (figura 34). Para lograr tomar estas medidas se usó un flexómetro o en llegado caso un decámetro de 30 metros.



Figura 34. Medida de las distancias de referencias para la ubicación de los pozos de inspección.  
Fuente. Autor

Luego de haber obtenido la información requerida en el esquema de la zona, se procedió a captar la información de las tapas de los pozos de inspección; para ello fue necesario retirar con cuidado la tapa del pozo para realizar las respectivas medidas de diámetro y espesor (figura 35) así como los datos de las características y estado de la tapa.



Figura 35. Medida del diámetro de las tapas de los pozos de inspección.  
Fuente. Autor

Dentro de las características captadas en el estudio de las tapas de inspección esta el material de la que fue elaborada. En la figura 34 se muestra los tipos de material de las tapas encontradas en la ejecución del catastro.



Figura 36. Tipo de material de las tapas de pozos de inspección. Fuente. Autor

Otra información requerida en el formato del catastro y que se detalló acerca de las tapas de los pozos es el estado de las mismas, con el fin de sacar datos de las tapas que requieren restauración o cambio. Una tapa en buen estado es aquella en la que no se aprecia algún deterioro, fisura o daño en el anillo; una tapa en regular estado es aquella que presenta alguna fisura en su estructura; por último, una tapa en mal estado es aquella que presenta un gran deterioro en su estructura o un daño severo en el anillo. En la figura 37 se aprecia los tres estados de las tapas encontrados en la zona de estudio.



Figura 37. Clasificación del estado de las tapas de los pozos de inspección

De igual forma se detalló el tipo de vía en que se encuentra la tapa del pozo de inspección, en las figuras 38-39-40 se aprecia los tipos de rasantes en los que se encontraban los pozos de inspección estudiados en la zona.

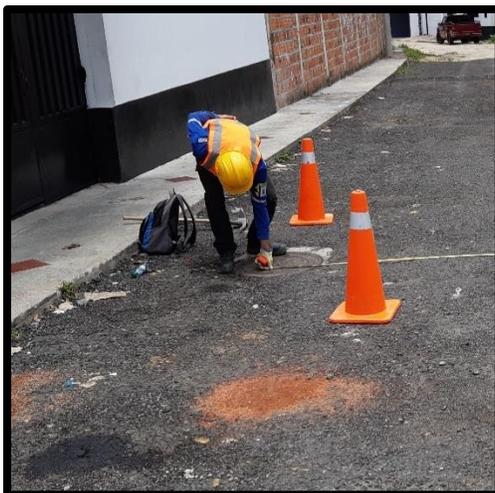


Figura 38. Rasante en pavimento.  
Fuente. Autor



Figura 39. Rasante en concreto.  
Fuente. Autor



Figura 40. Rasante en Tierra.  
Fuente. Autor



Figura 41. Medida de la profundidad de los pozos de inspección. Fuente. Autor

Por otra parte, la profundidad del pozo se obtuvo midiendo con un flexómetro la altura entre el fondo del pozo y el nivel del piso donde se encontraba la tapa del mismo (figura 41).

Para los datos correspondientes a los colectores de entrada y salida de cada pozo de inspección se procedió a enumerar en el esquema los colectores para identificarlos en el formato en la casilla ID. Posteriormente, se detalla el material de las tuberías y el diámetro, para esto en algunos casos fue necesario que uno de los fontaneros acompañantes ingresara al pozo para la correspondiente identificación de estas características; en algunos casos no se pudo estudiar los

colectores debido a obstrucciones en el sistema o imposibilidad de destapar los pozos de inspección.



Figura 42. Ingreso en el pozo para toma de otras informaciones. Fuente. Autor

Por otra parte, para la longitud de los tramos de red de pozo a pozo, luego de definido el pozo de inicio y finalización del colector, se utilizó el odómetro de distancia para la toma de la información (figura 43), importante resaltar que, para identificar y corroborar la información de los tramos, se hizo apoyo en el plano catastral de alcantarillado de la Empresa.



Figura 43. Medida de las longitudes de los tramos de tubería con el odómetro de distancia. Fuente. Autor

Por último, se tomó los datos para el llenado de los campos finales del formato pertenecientes a información general de los pozos de inspección, como lo son características de tapas y estructura general del pozo además del estado de las tapas, el drenaje y estado actual de la estructura, todo siguiendo la metodología diseñada para la captura de los datos en campo. Al final se obtiene el formato físico lleno con la información correspondiente (figura 44).

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE OCAÑA				CAPTURA DE CATASTRO DE RED DE ALCANTARILLADO								
FECHA	24-Agosto-19	ZONA CATASTRAL	2	DIRECCION	Carretera 33 Calle 9							
BARRIO	La Primavera	MANZANA	140-145-146	COORDENADAS DE UBICACION	Longitud	Latitud						
				<b>TAPA</b> Diámetro Tapa (m): 0,59 Altura Tapa (m): 0,32 COTA RASANTE TIPO DE VIA <input checked="" type="checkbox"/> CONCRETO <input type="checkbox"/> ASFALTO <input type="checkbox"/> CONCRETO ANDEN <input type="checkbox"/> SEPARADOR <input type="checkbox"/> ZONA VERDE <input type="checkbox"/> TIERRA <input type="checkbox"/> OTRO PROFUNDIDAD POZO (m) 1,15		<b>Perfil:</b> 						
TUBERIAS												
ID	Material	Tipo de colector	Diámetro (pul.)	Cota clave (m)	Del pozo	Al pozo	Longitud (m)	Observaciones				
1	PVC	Salida	6	3,3	3,2	52,5		El colector 1 es un tramo inicial.				
CARACTERISTICAS												
No. POZO	33			Tipo Tapa	Estado Tapa	Possibilidad de apertura	Tipo de pozo	Drenaje	Estado de la cañuela	Condición del pozo	Material de la estructura de pozo	Observaciones
	Hierro	Bueno	si	Con Cono	Bueno	Bueno	Limpio	MP				
<small>Nomenclatura: MP: Mampostería; CR: Concreto reforzado; O: Otro; N/D: No definido; N/I: No identificada</small>												

Figura 44. Formato de campo lleno con la información obtenida en el catastro.  
Fuente. Autor

Teniendo todos los formatos de campo de cada uno de los pozos de la zona, se traslada la información recolectada al formato virtual en el programa MICROSOFT EXCEL, en el cual se presenta la información más organizada. Este es una copia del formato físico utilizado en las salidas de campo, pero permite un fácil llenado de la información.

## Datos y estadísticas del catastro

### Catastro de Acueducto

#### Datos y estadísticas del estado de las redes del sistema de acueducto

Con la información obtenida en el catastro de las redes del sistema de acueducto, se definieron datos correspondientes a la infraestructura y su estado actual:

1. Se determinó la longitud total en metros de las tuberías que hacen parte del sistema de acueducto de la zona, además, se clasificó la longitud por tipo de material y diámetro, logrando realizar una muestra gráfica de la proporción correspondiente a los datos obtenidos.

Tabla 4. Longitud de tuberías del sistema de acueducto de la zona de estudio. Fuente. Autor

<b>Extensión en metros de las tuberías del sistema de acueducto</b>		
<b>Diámetro</b>	<b>PVC</b>	<b>Asbesto Cemento</b>
1"	130,2	0
2"	286,18	0
3"	1196,37	874,14
4"	1044,09	280,81
6"	683,92	0
12"	432,84	0
<b>total</b>	<b>3773,6</b>	<b>1154,95</b>

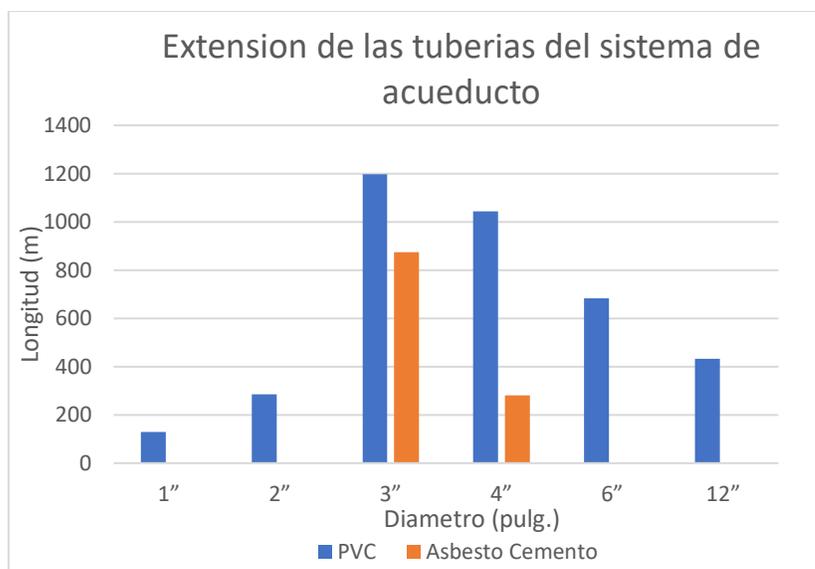


Figura 45. Gráfico de longitud de tuberías por diámetro y material. Fuente. Autor

2. Se realiza la clasificación de las válvulas encontradas en la zona de estudio, haciendo el conteo por cada tipo.

Tabla 5. Cantidad de válvulas de la zona de estudio. Fuente. Autor

Válvulas	
Tipo de válvula	Cantidad
Válvulas de corte	22
Válvulas de purga	2
<b>total</b>	<b>24</b>

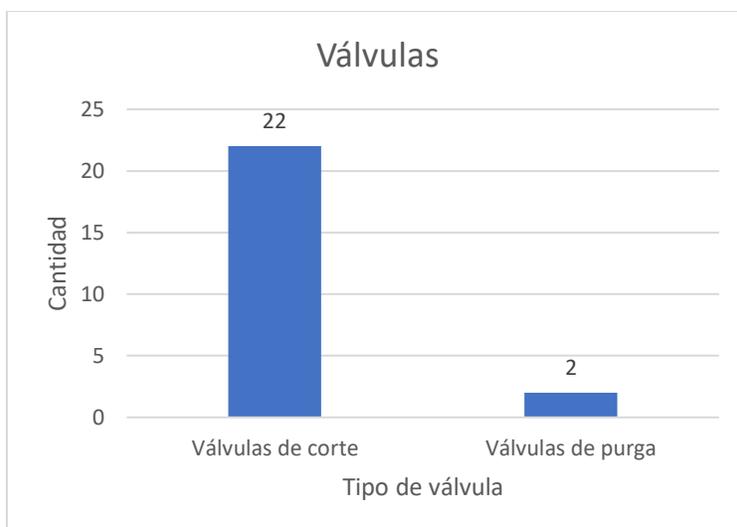


Figura 46. Grafica de cantidad por tipo de válvula de la zona de estudio. Fuente.

Autor

#### Catastro de Alcantarillado

Datos y estadísticas del estado de las redes del sistema de alcantarillado

Con la información obtenida en el catastro de las redes del sistema de alcantarillado, se definieron datos correspondientes a la infraestructura y su estado actual:

1. Se determinó la longitud total en metros de las tuberías que hacen parte del sistema de alcantarillado de la zona, además, se clasificó la longitud por tipo de material y diámetro, logrando realizar una muestra gráfica de la proporción correspondiente a los datos obtenidos.

Tabla 6. Longitud de tuberías del sistema de alcantarillado de la zona de estudio. Fuente. Autor

<b>LONGITUD TOTAL APROXIMADA EN METROS DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO</b>			
Diámetro	PVC	Gres	Cemento
6"	0	192,5	0
8"	0	2050,26	0
10"	0	842,89	30,4
12"	0	198,8	36,9
14"	0	85,2	31
16"	37	204,6	140,4
18"	0	0	85
20"	0	0	144,7
24"	0	0	28,9
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>3574,25</b>	<b>497,3</b>

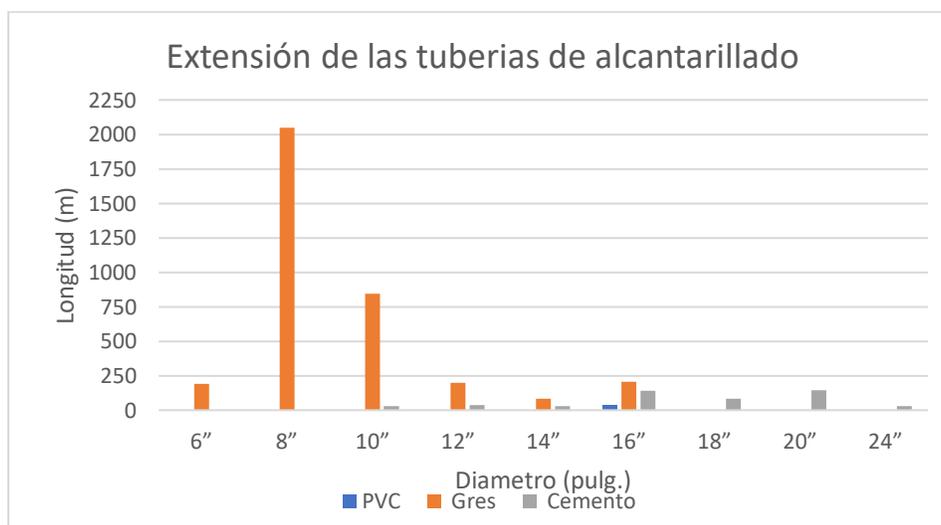


Figura 47. Gráfico de longitud de tuberías por diámetro y material. Fuente. Autor

2. Se realiza la clasificación correspondiente de la información de estado general de los pozos de inspección, incluyendo su posibilidad de apertura, estado de las tapas, y

condición del pozo al momento de ejecución del catastro, con el fin de presentar la información a la empresa para la ejecución de las respectivas actividades de corrección de los problemas de urgente corrección.

Tabla 7. Posibilidad de apertura de los pozos de inspección.

<b>APERTURA TAPA POZOS DE INSPECCIÓN</b>	
Posibilidad de apertura	Cantidad
Si	60
No	9
<b>Total</b>	<b>69</b>

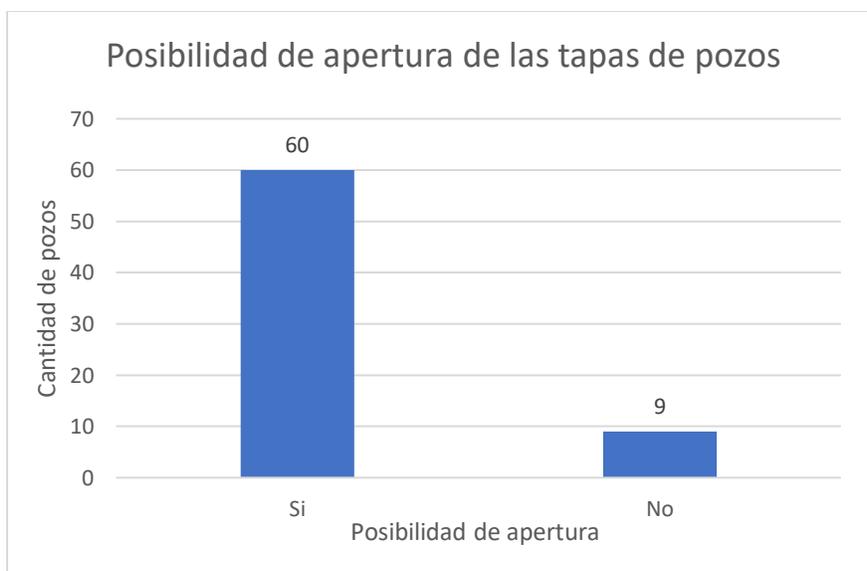


Figura 48. Gráfico representativo de la cantidad de pozos con posibilidad de apertura. Fuente. Autor

Tabla 8. clasificación del estado de las tapas de los pozos de la zona.

<b>CONDICIONES DE LAS TAPAS DE POZOS DE INSPECCIÓN</b>	
Estado de la tapa	Cantidad pozos
Buena	62
Regular	6
Malo	1
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>

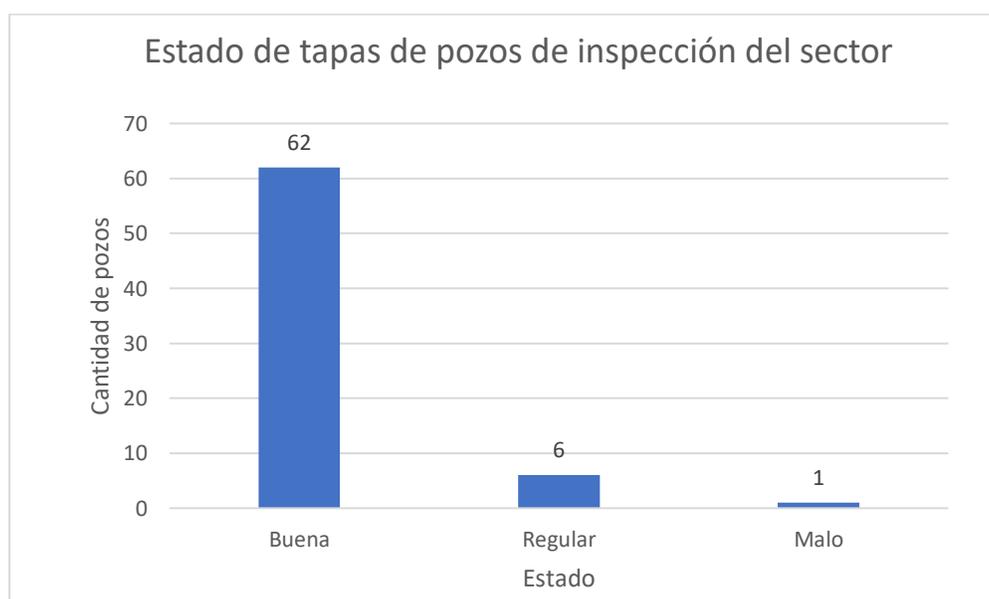


Figura 49. Gráfico de los datos del estado de tapas de los pozos de inspección. Fuente. Autor

Tabla 9. Datos de clasificación de la condición de los pozos de inspección.

<b>CONDICIONES DEL POZO</b>	
Estado del pozo	Cantidad pozos
Limpio	51
Obstruido	9
No definido	9
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>

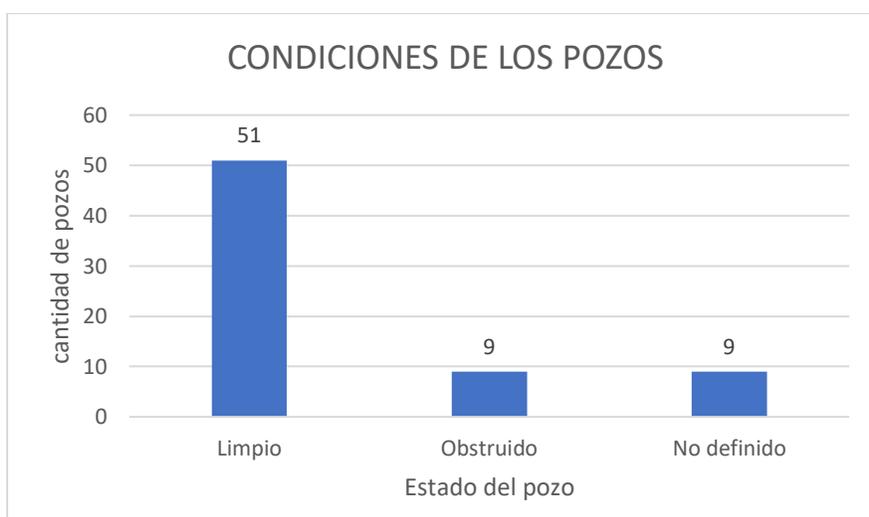


Figura 50. Gráfico de los datos de la condición de los pozos de inspección de la zona. Fuente. Autor

### 3.4. Generar un sistema de información geográfica mediante un software especializado con el fin de realizar la referenciación de uno de los sistemas en la zona de estudio con la información obtenida del catastro.

Uno de los principales objetivos de la ejecución del catastro es lograr ejecutar una georreferenciación de las redes del sistema de acueducto con el fin de generar un plano por la ayuda de programa ARCGIS. Para esto se tomó como referencia el plano de válvulas de la zona de estudio del catastro, el cual fue actualizado con los datos recolectados en el catastro.

Como paso inicial para el montaje del plano georreferenciado se organizó la información obtenida en campo con el GPS.

Tabla 10. Información organizada de los datos necesarios para la georreferenciación de los accesorios.

N° ELEMENTO	ELEMENTO	COORDENADAS		ELEVACIÓN
		LATITUD	LONGITUD	
1	VALVULA DE CORTE	08°15'45,53672" N	73°21'30,766130" W	1172,422
2	VALVULA DE CORTE	08°15'45,61136" N	73°21'30,50842" W	1175,911
3	VALVULA DE CORTE (HIDRANTE)	08°15'46,68265" N	73°21'26,35709" W	1186,668
4	VALVULA DE CORTE	08°15'46,60143" N	73°21'26,36542" W	1184,511
5	VALVULA DE CORTE	08°15'46,69772" N	73°21'26,26682" W	1185,955
6	VALVULA DE CORTE	08°15'46,48685" N	73°21'26,30317" W	1185,711
7	VALVULA DE CORTE	08°15'38,81815"N	73°21'30,87830" W	1162,652
8	VALVULA DE CORTE (HIDRANTE)	08°15'38,96467" N	73°21'28,72979" W	1170,485
9	VALVULA DE CORTE	08°15'36,05836"N	73°21'33,33464" W	1169,766
10	VALVULA DE CORTE	08°15'33,28895" N	73°21'27,82759" W	1170,586
11	VALVULA DE CORTE	08°15'35,37449" N	73°21'27,54374" W	1176,6
12	VALVULA DE CORTE	08°15'35,27598" N	73°21'27,29904" W	1164,934

13	VALVULA PURGA	08°15'35,17284"N	73°21'22,95849"W	1180,848
14	VALVULA DE CORTE (HIDRANTE)	08°15'34,78474"N	73°21'23,08049"W	1183,116
15	VALVULA DE CORTE	08°15'31,98158"N	73°21'27,00432"W	1171,539
16	VALVULA DE CORTE	08°15'31,74934"N	73°21'26,80272"W	1173,618
17	VALVULA DE CORTE	08°15'32,00472"N	73°21'26,41838"W	1167,322
18	VALVULA DE CORTE	08°15'34,07114"N	73°21'22,90320"W	1183,669
19	VALVULA DE CORTE	08°15'34,05648"N	73°21'22,92762"W	1182,961
20	VALVULA DE CORTE	08°15'34,12369"N	73°21'22,84872"W	1182,458
21	VALVULA DE CORTE	08°15'31,44892"N	73°21'33,91886W	1162
22	VALVULA PURGA	08°15'31,34401"N	73°21'33,94400W	1161,361
23	VALVULA DE CORTE	08°15'27,66970"N	73°21'33,37065"W	1169,513
24	VALVULA DE CORTE	08°15'41,41890"N	73°21'35,23057"W	1150,599
25	TAPÓN	08°15'44,82001" N	73°21'32,60969" W	1169,29
26	TAPÓN	08°15'45,64566" N	73°21'30,84608" W	1179,037
27	TAPÓN	08°15'46,73314" N	73°21'26,29962" W	1188,538
28	TAPÓN	08°15'42,80456" N	73°21'33,67784" W	1170,286
29	TAPÓN	08°15'43,26490" N	73°21'34,05070" W	1162,544
30	TAPÓN	08°15'38,02951" N	73°21'30,94375" W	1166,253
31	TAPÓN	08°15'39,18874" N	73°21'28,43058" W	1177,014
32	TAPÓN	08°15'35,09229" N	73°21'23,89059" W	1185,749
33	TAPÓN	08°15'36,59927" N	73°21'24,37567" W	1183,916

Fuente: Autor

Luego de tener organizada la información para la realización de la georreferenciación del sistema de acueducto en el programa ArcGIS, en el cual apoyado en el plano de Válvulas de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña actualizado en la zona de estudio. Cabe resaltar que el plano de válvulas de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, solo hace muestra de las redes

de tuberías, válvulas y tapones, por lo cual dentro de toda la información de georreferenciación recopilada se usó la correspondiente a las válvulas y tapones.

En las figuras... se detalla un poco el proceso de realización del montaje del plano referenciado en ArcGIS.

- Inclusión de los datos de coordenadas e información característica de las válvulas (figura 45) y tapones (figura 46) de la zona en Microsoft Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	N	Norte	Este	Altura	Diametro_pulg	Profundidad_m	Direccion	Giro	Apertura	Cruce_en_ca	Zona	IGAC	Zona_hidru
2		1 8.26264909	-73.3585461	1172.422		6 0,49 mts	CLL 9 KR 38 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		4	2	BAJA CENTRAL	
3		2 8.26266982	-73.3584746	1175.911		3 0,40 mts	KR 38 CLL 9 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		4	2	BAJA CENTRAL	
4		3 8.2629674	-73.3573214	1186.668		3 0,50 mts	CLL 11 KR 38 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		6	2	ALTO ORIENTAL	
5		4 8.26294484	-73.3573237	1184.511		3 0,40 mts	CLL 11 KR 38 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		6	2	ALTO ORIENTAL	
6		5 8.26297159	-73.3572963	1185.955		12 0,80 mts	CLL 11 KR 38 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		6	2	ALTO ORIENTAL	
7		6 8.26291301	-73.3573064	1185.711		3 0,53 mts	CLL 11 KR 38 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		6	2	ALTO ORIENTAL	
8		7 8.26078282	-73.3585773	1162.652		3 0,10 mts	CLL 8 KR 35 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		11	2	BAJA CENTRAL	
9		8 8.26082352	-73.3579805	1170.485		3 0,30 mts	CLL 9 KR 35 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		12	2	ALTO ORIENTAL	
10		9 8.26001621	-73.3592596	1169.766		3 0,87 mts	KR 34 AV. FRANCISCO FERNANDES DE CONTRERAS	IZQUIERDA		15	2	BAJA CENTRAL	
11		10 8.25924693	-73.3577299	1170.586		6 0,60 mts	CLL 9 KR 34 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		19	2	BAJA CENTRAL	
12		11 8.25982625	-73.3576551	1176.6		3 0,75 mts	CLL 9 KR 34 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		19	2	BAJA CENTRAL	
13		12 8.25979886	-73.3575831	1164.934		3 0,25 mts	CLL 9 KR 34 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		19	2	BAJA CENTRAL	
14		13 8.25977023	-73.3563774	1180.848		4 0,68 mts	CLL 11 KR 34 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		21	2	ALTO ORIENTAL	
15		14 8.25966243	-73.3564112	1183.116		3 0,23 mts	CLL 11 KR 34 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		21	2	ALTO ORIENTAL	
16		15 8.25888377	-73.3575012	1171.539		3 0,55 mts	KR 33 CLL 9 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		26	2	BAJA CENTRAL	
17		16 8.25881926	-73.3574452	1173.618		6 0,80 mts	TRANSVERSAL 30 CLL 9 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		26	2	BAJA CENTRAL	
18		17 8.2588902	-73.3573384	1167.322		6 0,75 mts	TRANSVERSAL 30 KR 33 LA PRIMAVERA	IZQUIERDA		26	2	BAJA CENTRAL	
19		18 8.25946421	-73.356962	1183.669		12 0,47 mts	TRANSVERSAL 30 CLL 11 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		28	2	ALTO ORIENTAL	
20		19 8.25946013	-73.3563688	1182.961		12 0,50 mts	TRANSVERSAL 30 CLL 11 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		28	2	ALTO ORIENTAL	
21		20 8.2594788	-73.3563469	1182.458		4 N/D	TRANSVERSAL 30 CLL 11 BUENOS AIRES	IZQUIERDA		28	2	ALTO ORIENTAL	
22		21 8.25873581	-73.3594219	1162		3 0,77 mts	KR 32 AV. FRANCISCO FERNANDES DE CONTRERAS	IZQUIERDA		29	2	BAJA CENTRAL	
23		22 8.25870667	-73.3594289	1161.361		3 0,74 mts	KR 32 AV. FRANCISCO FERNANDES DE CONTRERAS	IZQUIERDA		29	2	BAJA CENTRAL	

Figura 51. Información de las válvulas organizada en Excel. Fuente. Autor

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	N	Norte	Este	Altura	Diametro_pulg	Direccion	Cruce_en_ca	Zona_IGAC	Zona_hidru				
2		1	-8.26245	-73.3590582	1169.29	3 CLL 8 KR 38 BUENOS AIRES	3	2	BAJA CENTRAL				
3		2	-8.26267935	-73.3585684	1179.037	3 CLL 9 KR 38 BUENOS AIRES	4	2	BAJA CENTRAL				
4		3	-8.26298143	-73.3573055	1188.538	12 CLL 11 KR 38 BUENOS AIRES	6	2	ALTO ORIENTAL				
5		4	-8.26189016	-73.359355	1170.286	2 KR 37 CLL 7 LA PRIMAVERA	7	2	BAJA CENTRAL				
6		5	-8.26201803	-73.3594585	1162.544	2 CLL 7 KR 37 LA PRIMAVERA	7	2	BAJA CENTRAL				
7		6	-8.26056375	-73.3585955	1166.253	3 CLL 8 KR 35 LA PRIMAVERA	11	2	BAJA CENTRAL				
8		7	-8.26088576	-73.3578974	1177.014	1 KR 35 CLL 9 LA PRIMAVERA	12	2	BAJA CENTRAL				
9		8	-8.25974786	-73.3566363	1185.749	3 KR 34 CLL 11 LA PRIMAVERA	21	2	ALTO ORIENTAL				
10		9	-8.26016646	-73.356771	1183.916	1 KR 34 CLL 11 LA PRIMAVERA	21	2	ALTO ORIENTAL				
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													

Figura 52. Información de los tapones organizada en Excel. Fuente. Autor

- Se asigna el sistema de coordenadas con el cual se va a trabajar el plano, el cual en este caso es el MAGNA Colombia Bogotá. El programa ArcGIS realiza la conversión de las coordenadas obtenidas con el GPS al sistema ya mencionado.

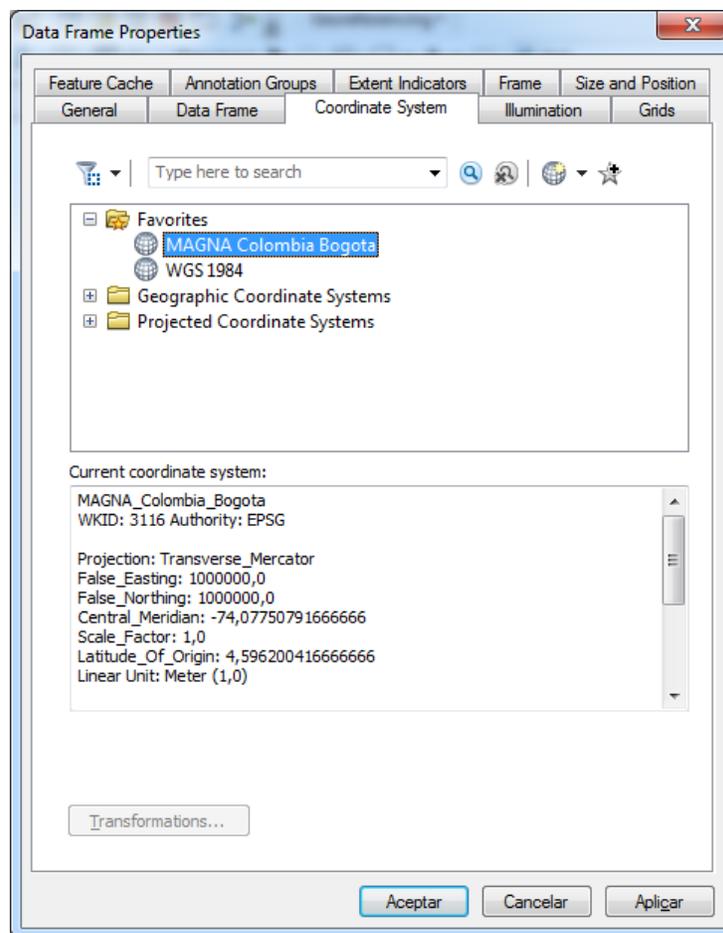


Figura 53. Proceso para asignar sistema de coordenadas. Fuente. Autor

- Como siguiente paso se añade la hoja de cálculo donde se encuentra la información de los elementos y/o accesorios que se van a referenciar. Primero se hace el proceso con los datos de las válvulas (figura 48) y se especifican los datos de la tabla en las que aparecen las coordenadas (figura 49).

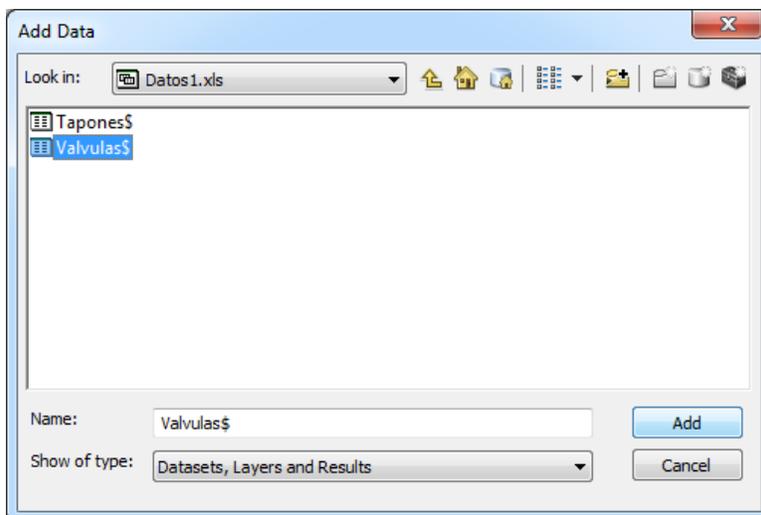


Figura 54. Proceso para añadir hoja de Excel con la información de las válvulas. Fuente: Autor.

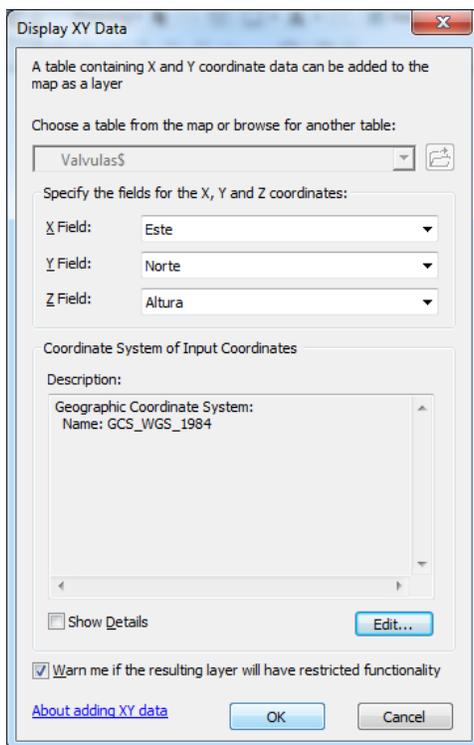


Figura 55. Especificación de los campos de la hoja de Excel que tienen las coordenadas de cada válvula. Fuente: Autor

- Escogidos los datos de la tabla aparecen los puntos coordenados en el programa y se exporta la capa de las válvulas para guardarlo en un archivo shapefile. (figura 51). Este mismo procedimiento se repite para puntos referentes a los tapones del sistema.

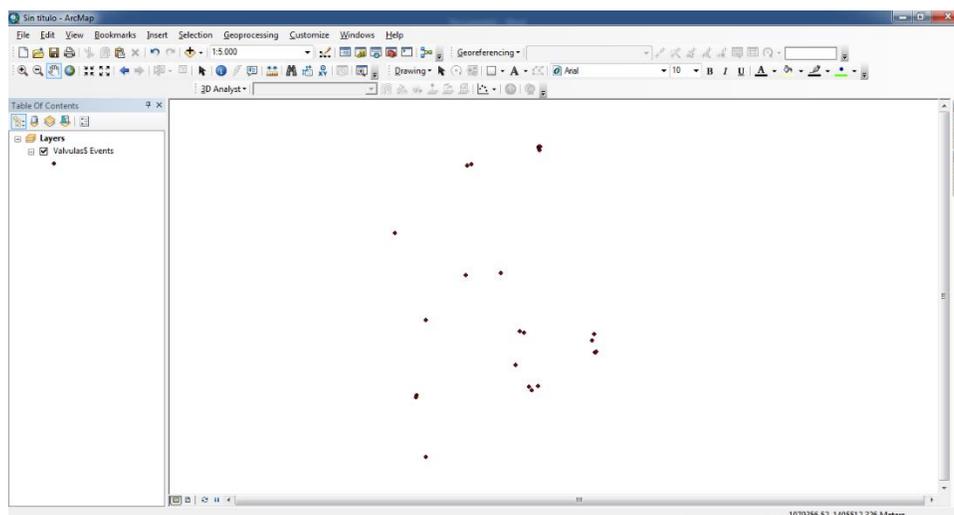


Figura 56. Representación de las válvulas en el plano. Fuente. Autor

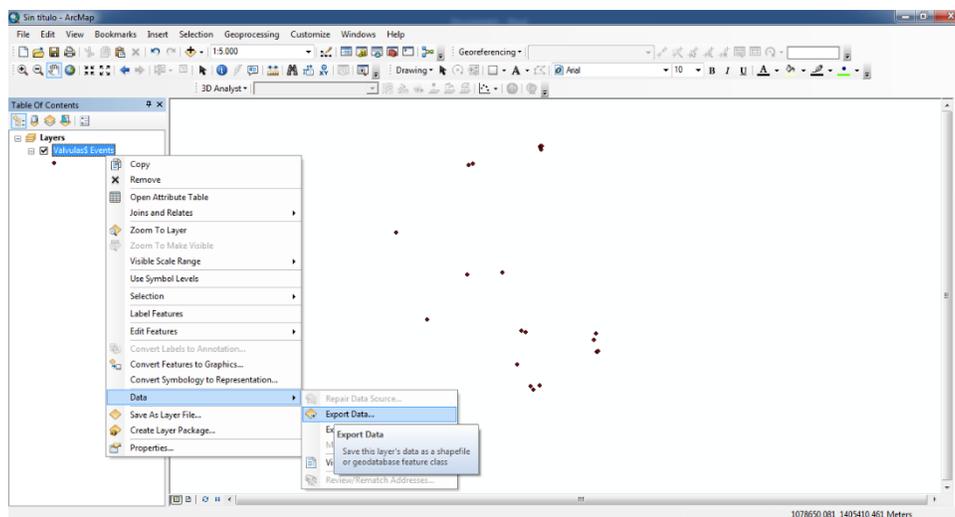


Figura 57. Exporte de la capa de válvulas para guardarlo como un archivo shapefile. Fuente. Autor

- Como siguiente paso se agrega información base del PBOT del municipio de Ocaña (Figura 52) para posteriormente recortar las capas pertenecientes al área de estudio del catastro realizado (figura 53).

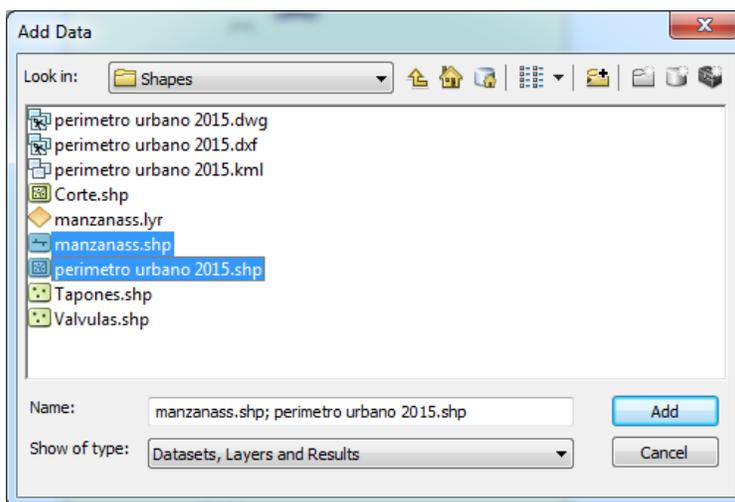


Figura 58. Adición de la información base del PBOT. Fuente. Autor

- Posteriormente se creó la base de datos geográfica.

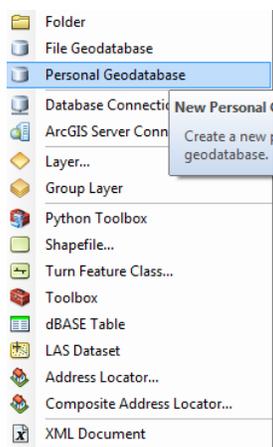


Figura 59. Creación de base de datos. Fuente. Autor

- Como siguiente paso se crea la capa de tubería (figura 54) y se hace la digitalización de las mismas de acuerdo a la información del catastro y el plano de válvulas; estas se asignan y al final se le asignan las propiedades como diámetro y material de cada red o tubería encontrada en la zona (figura 56).

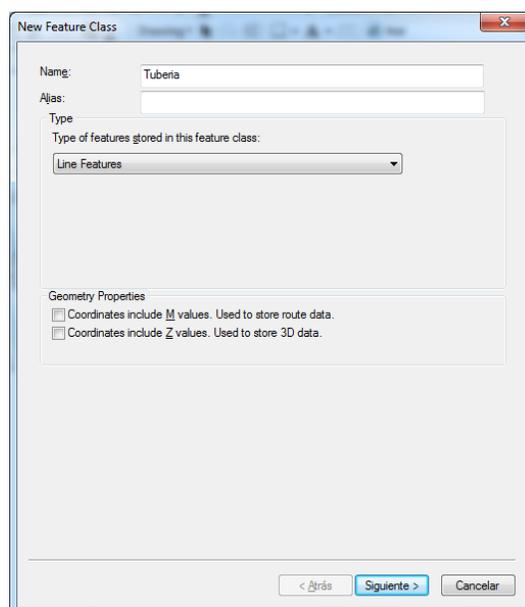


Figura 60. Creación de la capa de tubería. Fuente. Autor

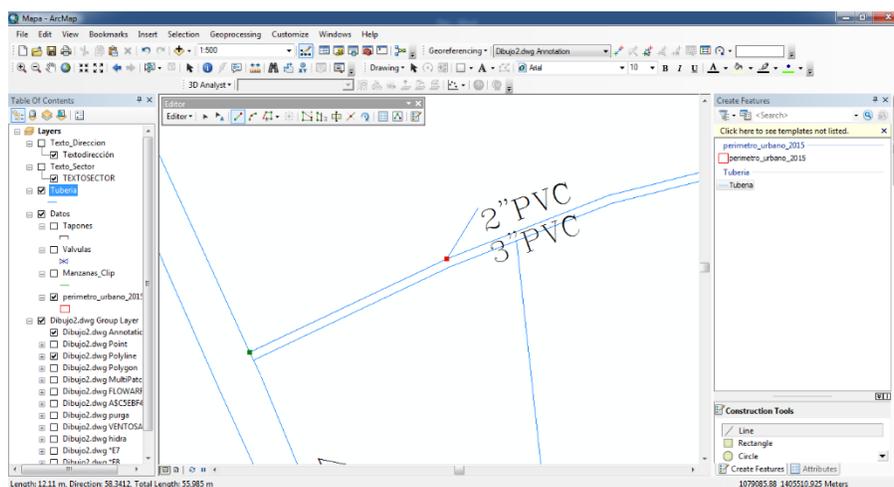


Figura 61. Digitalización de las tuberías. Fuente. Autor

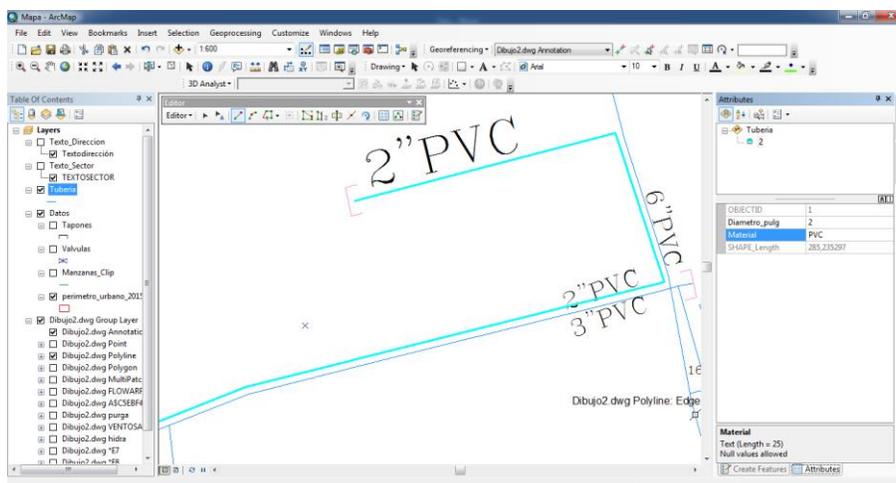


Figura 62. Asignación de propiedades de tubería. Fuente. Autor

- Finalizado el procedimiento anterior descrito, se obtiene el plano referenciado de las redes de acueducto de la zona de estudio del catastro, apreciando los elementos importantes y en común del sistema con el plano de válvulas de la ESPO S.A. En el apéndice C se puede ver el plano listo con rotulo, convenciones e información del proyecto; de igual forma, el uso del plano referenciado es netamente virtual.

### **3.5. Realizar un artículo científico en relación de las redes urbanas de acueducto y alcantarillado donde se conozca el estado, el funcionamiento, las necesidades de reposición y/o reforzamiento basados en el sector de muestra y la información existente**

Se elaboró un científico en el cual se expresa la importancia de elaboración de los catastros de redes, la metodología diseñada para su ejecución y el análisis de los datos obtenidos del estado, funcionamiento y su necesidad de reposición y/o reforzamiento en el sector de estudio (Ver Apéndice G).

## Capítulo 4. Diagnóstico final

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A, como encargada de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, por medio de la Dirección de Planeación siempre seguirá en su objetivo de recolectar toda la información de correspondiente a las redes del sistema de acueducto y alcantarillado con el fin de poner en funcionamiento planes futuros que mejoren estos servicios. Es por esto que están siempre en la necesidad de capacitar personal que tenga el conocimiento teórico para el cumplimiento de estas actividades.

La definición de las metodologías para la ejecución de los catastros de ambos sistemas representa para la empresa una facilidad al momento de seguir con el reconocimiento de las redes que actualmente controlan e identificar que parte de la infraestructura requiere de intervención y/o reposición y así mejorar la prestación de los servicios.

El diagnóstico realizado en el sector de estudio permitió, aparte de recolectar información importante de la zona e identificar la infraestructura que en ella hay, mostrar el alcance que puede llegar a tener contar con la georreferenciación de la infraestructura de acueducto y alcantarillado en todo el casco urbano del municipio de Ocaña y los beneficios que esto puede traer.

## Capítulo 5. Conclusiones

La definición y unificación de una metodología para el desarrollo de los catastros de las redes de acueducto y las redes de alcantarillado del municipio permitió establecer una serie de procedimientos que estipula los mismos parámetros para su seguimiento, control y actualización, y así no tener información desorganizada que generase un desorden al momento de la interpretación.

El identificar las características técnicas de las redes principales del sistema de acueducto y alcantarillado permitió conocer el diámetro, material y el estado actual de los elementos que componen ambas infraestructuras en la zona de estudio con el fin de planificar intervenciones a corto y largo plazo por parte de la Empresa; en el caso del sistema de acueducto existen aun en la zona 1155 metros lineales en tubería de asbesto cemento, un material que necesita ser renovado por tuberías en PVC por ser tan propenso a fracturarse a parte de su daño a la salud. Por otra parte, en el sistema de alcantarillado se muestra un predominio del material GRES, en los colectores del sistema, con 3574 metros lineales aproximadamente, frente a los 47 metros en PVC, por lo que se prevé necesario la acción oportuna de reposición; además, en el sistema de alcantarillado existen de los 69 pozos totales estudiados, 9 pozos en condición obstruido, aproximadamente el 13%, por lo que se notificó a la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña para ejecutar los oportunos trabajos de sondeo para el destaponamiento de estos pozos de inspección y los colectores pertinentes.

es por esto que fue necesario determinar los metros lineales por cada material y diámetro nominal de tuberías de acueducto y colectores del sistema de alcantarillado, la cantidad y ubicación de las válvulas del sistema de acueducto y los pozos de inspección de alcantarillado.

El diseño de una base de datos digital en Excel con los formatos diseñados, genera un uso más práctico de la información recopilada y facilidad al momento de hacer actualización de la misma debido a que tener los formatos físicos solamente requeriría un cambio por completo.

Por último, con la realización de la georreferenciación del sistema de acueducto utilizando la herramienta digital ArcGIS con la información obtenida en el catastro, se pudo hacer un montaje de la misma en un plano digital con la ubicación exacta de los elementos importantes encontrados, en el cual además se detallan las características de los accesorios incluidos en el modelo entre otros datos para la identificación plena de la infraestructura. Gracias a que ArcGIS permite realizar un manejo amplio de la información que ella presenta, la Empresa De Servicios Públicos de Ocaña aprovecharía esa información en todo momento, en labores de reparaciones de daños, suspensión del servicio por zonas, en otros.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Al momento de la ejecución del trabajo de campo durante la elaboración del catastro se deben contar con personal con experiencias y con conocimiento sobre el tema y la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado del municipio.

La capacitación con anticipación, del personal de fontanería que acompaña en el proceso de toma de datos en campo, permite una ejecución ágil de la capacitación de la información.

La toma de los datos de las coordenadas de los elementos del sistema para georreferenciar se debe realizar con un GPS de alta precisión, que permita detallar la ubicación lo más exacto posible. Si se utiliza el mismo GPS con el que se realizó el catastro, se recomienda programarlo a mínimo 5 minutos en tiempo de toma de las coordenadas.

La actualización de los planos de válvulas del sistema de acueducto y de la infraestructura de las redes de alcantarillado se debe hacer cada vez que se realice un nuevo estudio catastral con el fin de no generar desactualización en los mismos y generar confusión en la información.

Es importante realizar periódicamente la actualización del catastro de las redes de acueducto y alcantarillado ya que Ocaña se encuentra en un constante crecimiento poblacional y cada vez se ejecutan nuevos proyectos que aumentan la infraestructura de los sistemas.

## Referencias

- Barahona, M. A. (2010). *¿Qué es un acueducto?* Obtenido de [https://cmsdata.iucn.org/downloads/3\\_4\\_fasciculo\\_3\\_\\_\\_gestion\\_organizativa.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/3_4_fasciculo_3___gestion_organizativa.pdf)
- ESPO S.A . (2019). *ESPO S.A.* Obtenido de <http://www.espo.com.co/>
- Fuquene, Y. D. (2011). *Sistemas de Abastecimiento de Agua*. Bogotá, Colombia.
- Martos, C. L., & Rueda, A. D. (2017). *Manual de procedimientos para elaborar catastro de redes de alcantarillado*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5407/1/Mu%C3%B1ozMartosCristianLibardo2017.pdf>
- Ministerio de Vivienda. (8 de Julio de 2017). *Normatividad del reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/reglamento-tecnico-del-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable>
- Pareja, C. A. (2010). *Diseño de acueducto y alcantarillado*. Obtenido de <http://garrynevill.blogspot.com/2010/04/definicion-de-acueducto-y.html>
- Ramirez, C. (2016). *Guía técnica acueducto y alcantarillado*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14128/1/Guia%20Tecnica%20Acueducto.pdf>
- Resources, ArcGis. (2017). *Georreferenciación y sistemas de coordenadas*. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
- SIAPA. (Febrero de 2014). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades*. Obtenido de [http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)

# Apéndices

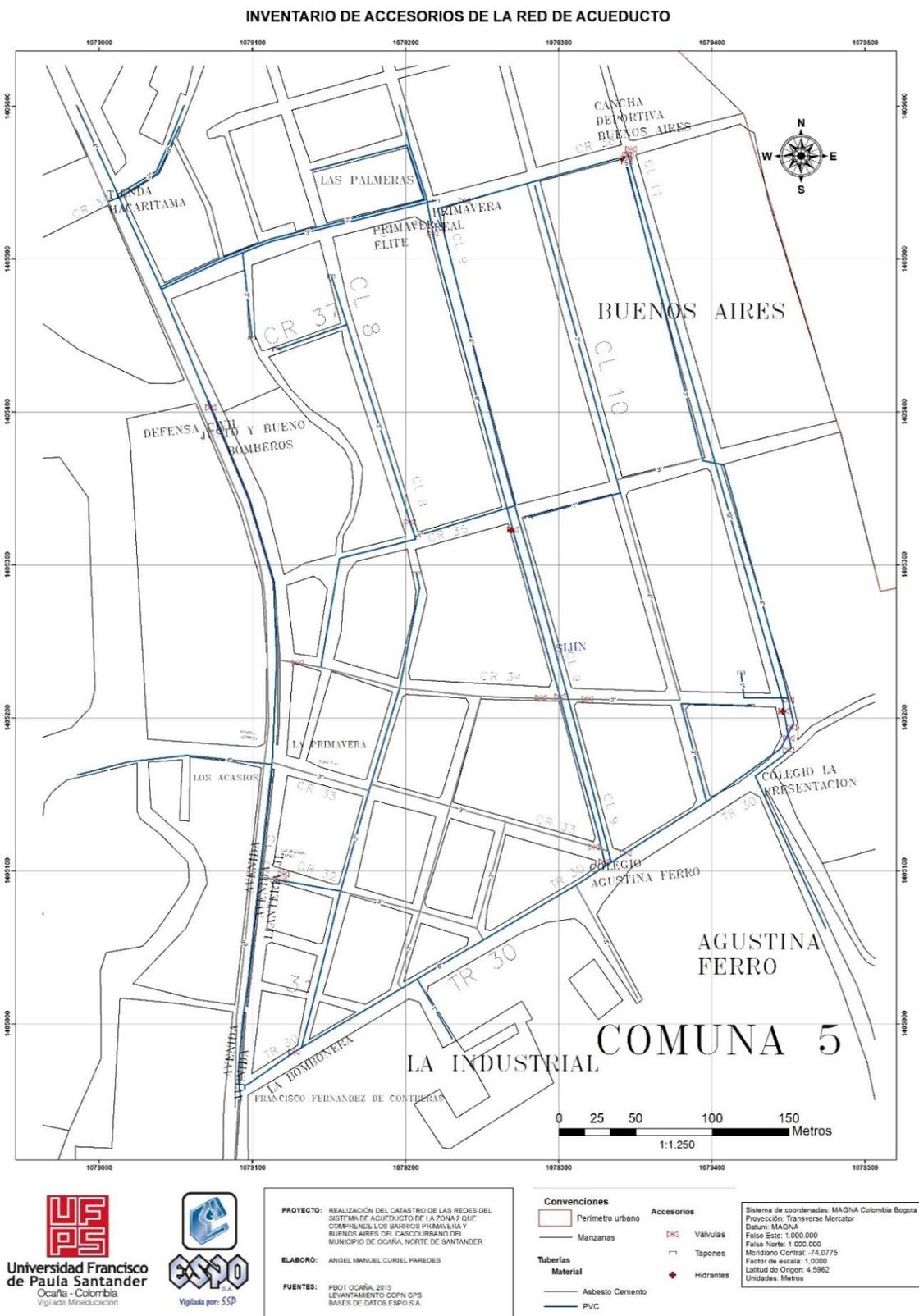


**Apéndice B. Apéndice B. Formato de Campo del catastro de las redes de Alcantarillado.**

	<b>EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE OCAÑA</b>			<b>CAPTURA DE CATASTRO DE RED DE ALCANTARILLADO</b>											
	FECHA		ZONA CATASTRAL		DIRECCIÓN										
	BARRIO	LA PRIMAVERA	MANZANA		COORDENADAS DE UBICACIÓN	Longitud									
					Latitud										
<p>TAPA</p> <p>Diametro Tapa (m):</p> <p>Altura Tapa (m):</p> <p>TIPO DE VIA</p> <p>CONCRETO <input type="checkbox"/></p> <p>ASFALTO <input type="checkbox"/></p> <p>CONCRETO ANDEN <input type="checkbox"/></p> <p>SEPARADOR <input type="checkbox"/></p> <p>ZONA VERDE <input type="checkbox"/></p> <p>TIERRA <input type="checkbox"/></p> <p>OTRO <input type="checkbox"/></p> <p>PROFUNDIDAD POZO (m)</p>				<p><b>Perfil:</b></p>											
								TUBERIAS							
								Descripción elemento							Observaciones
								ID	Material	Tipo de colector	Diámetro (pul.)	Del pozo	Al pozo	Longitud (m)	
No. POZO	1	CARACTERISITICAS													
Tipo Tapa	Estado Tapa	Posibilidad de apertura	Tipo de pozo	Drenaje	Estado de la cañuela	Condición del pozo	Material de la estructura de pozo	Observaciones							

Nomenclatura: MP: Mampostería; CR: Concreto reforzado; O: Otro; N/D: No definido, N/I: No identificada

### Apéndice C. Plano de la zona del catastro en el programa ArcGIS



**Apéndice D. Formatos virtuales de cruces del catastro del sistema de acueducto.**

[Ver archivo adjunto](#)

**Apéndice E. Formatos virtuales de pozos del catastro del sistema de alcantarillado.**

[Ver archivo adjunto](#)

**Apéndice F. Sistema de información geográfica de la zona del catastro en ArcGIS.**

[Ver archivo adjunto](#)

**Apéndice G. Artículo científico.**

[Ver archivo adjunto](#)