


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

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

| | | | |
|--|---|-------------------|-----------|
| AUTORES | LICETH KARINA CASTILLA RODRÍGUEZ JORGE LUIS LÓPEZ MARTÍNEZ | | |
| FACULTAD | FACULTAD DE INGENIERIAS | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERÍA CIVIL | | |
| DIRECTOR | Esp. FRANCISCO ALFONSO DURÁN CASTRO | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED DE HIDRANTES DE LA COMUNA UNO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER. | | |
| RESUMEN (70 palabras aproximadamente) | | | |
| <p>ESTA INVESTIGACIÓN DESARROLLO UN ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED CONTRA INCENDIOS DE LA COMUNA I DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, REALIZANDO UNA EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DE ÉSTA CON RESPECTO A LO QUE ESTIPULA LA NORMATIVIDAD VIGENTE PROPONIENDO UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE HIDRANTES QUE PUEDAN ABASTECER A LOS CUERPOS DE SOCORRO DEL MUNICIPIO EN CASO DE QUE SE PRESENTE UN INCENDIO DENTRO DE LA COMUNA I.</p> | | | |
| CARACTERISTICAS | | | |
| PÁGINAS: 102 | PLANOS: 4 | ILUSTRACIONES: 51 | CD-ROM: 1 |



**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED DE HIDRANTES DE LA
COMUNA UNO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.**

LICETH KARINA CASTILLA RODRÍGUEZ

JORGE LUIS LÓPEZ MARTÍNEZ

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

DIRECTOR

ESP. FRANCISCO ALFONSO DURÁN CASTRO

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Mayo del 2019

Dedicatoria

Quiero dedicar este logro a mi madre por ser la persona que más me ha apoyado a pesar de las dificultades y de mis errores, por siempre creer en mí, y por todo el amor que me ha brindado, también se lo quiero dedicar a mi papá y a su esposa por el apoyo incondicional que me dieron durante todo este proceso, esto no habría sido posible sin ellos, y en especial a mi hermano menor Andrés Felipe quien es la razón por la que quiera ser mejor cada día.

Jorge Luis López Martínez

Dedicatoria

Este proyecto de grado quiero dedicarlo a mi amado hijo Juan David por soportar mis ausencias y darme fuerzas cuando sentía que no podía más.

A mi madre Maribel, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, por estar siempre pendiente y ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance.

A todas esas mujeres que quieren salir adelante y muchas veces sienten que no pueden más, para que persistan y no desistan hasta lograrlo.

Liceth Karina Castilla Rodríguez

Agradecimientos

Le agradezco primero a Dios por permitir que esto fuera realidad, a mi mamá por siempre estar ahí y por los sacrificios que hizo para que yo pudiera alcanzar esta meta, a mi papá por la paciencia y consejos, a Aida por creer en mí y apoyarme, a mis hermanos, a mi novia Karen por su ayuda y comprensión, a mi compañera Karina por la perseverancia, y a nuestro director ING. Francisco.

Jorge Luis López Martínez

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios por su infinito amor y sus bendiciones.

A mí mayor motor de vida, mi hijo Juan David.

A mi madre por la paciencia y la entrega.

A mi compañero Darwin por creer en mí y darme siempre una palabra de aliento cuando más lo necesitaba.

A mi padre William y mis hermanas Sindy y Edna.

A mi director Esp. Ing. Francisco Duran Castro Por haber confiado en nosotros y aportar su conocimiento en la realización de este proyecto.

A mi compañero de trabajo Jorge Luis por la paciencia y el esfuerzo, así mismo a cada una de las personas que hicieron parte del proceso y elaboración de esta tesis, por su tiempo, consejos, ayuda y enseñanza de temas y software empleados.

Al Ing. Stiven Sepúlveda, por su aporte y conocimiento en el manejo de ArcGIS y a la Ing. Alejandra Sanjuán por su tiempo y consejos recibidos en la elaboración de esta tesis.

Liceth Karina Castilla Rodríguez

Índice

| | |
|---|---------------|
| Capítulo 1. Propuesta de mejoramiento de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña Norte de Santander..... | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 Justificación..... | 4 |
| 1.5 Delimitaciones..... | 8 |
| 1.5.1 Delimitación operativa..... | 8 |
| 1.5.2 Delimitación conceptual..... | 8 |
| 1.5.3 Delimitación geográfica..... | 8 |
| 1.5.4 Delimitación temporal..... | 10 |
| Capítulo 2. Marco referencial | 11 |
| 2.1 Antecedentes..... | 11 |
| 2.1.1 Antecedentes de los hidrantes a nivel internacional..... | 11 |
| 2.1.2 Antecedentes de los hidrantes a nivel nacional..... | 12 |
| 2.1.3 Antecedentes de los hidrantes a nivel local..... | 12 |
| 2.2 Marco contextual..... | 13 |
| 2.2.1 Aspectos generales del sistema de acueducto..... | 14 |
| 2.2.2 Escenarios de riesgo por incendios en el municipio de Ocaña..... | 14 |
| 2.2.3 Aspectos socioeconómicos del municipio de Ocaña..... | 17 |
| 2.3 Marco conceptual..... | 18 |
| 2.3.1 El fuego y su propagación..... | 18 |
| 2.3.2 Hidrantes..... | 19 |
| 2.3.3 Red pública de hidrantes..... | 22 |
| 2.3.4 Red privada de hidrantes..... | 23 |
| 2.3.5 Componentes del sistema de protección contra incendios..... | 23 |
| 2.3.6 Agentes extintores utilizados en la protección contra incendios..... | 26 |
| 2.4 Marco teórico..... | 27 |
| 2.5 Marco legal..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| Capítulo 3. Diseño metodológico | 32 |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 32 |
| 3.2 Población | 33 |
| 3.3 Muestra | 33 |
| 3.4 Recolección de información | 33 |
| 3.4.1 Técnicas de recolección de información. | 33 |
| 3.4.2 Instrumentos para la recolección de información. | 34 |
| 3.5 Estructura de la información | 35 |
| | |
| Capítulo 4. Administración del proyecto..... | 38 |
| 4.1 Recursos humanos | 38 |
| 4.2 Recursos institucionales..... | 38 |
| 4.3 Recursos financieros | 38 |
| | |
| Capítulo 5. Hallazgos y conclusiones | 40 |
| 5.1 Hallazgos. | 40 |
| 5.1.1 Diagnosticar el estado actual en que se encuentra la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña, mediante la realización de un inventario actualizado de esta red. | 40 |
| 5.1.1.1. <i>Resultados del inventario de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña.</i> | 51 |
| 5.1.2 Comparar la información existente recopilada con lo establecido en la normatividad vigente, que permita optimizar la red contra incendios de la comuna uno del municipio de Ocaña. | 56 |
| 5.1.3 Determinar el modelo de mejoramiento para la red de hidrantes en la comuna uno del municipio de Ocaña con ayuda del software ArcGIS®..... | 68 |
| 5.2 Limitaciones..... | 75 |
| | |
| Capítulo 6. Conclusiones | 76 |
| Capítulo 7 Recomendaciones..... | 78 |
| Capítulo 8 Referencias Bibliograficas..... | 80 |
| Capítulo 9 Referencias Electronicas | 82 |
| | |
| Apéndice..... | 83 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización de la comuna 1 dentro de la extensión territorial del municipio de Ocaña. | 9 |
| Figura 2. Vista aérea del municipio de Ocaña..... | 14 |
| Figura 3. Triangulo del fuego para su propagación. | 20 |
| Figura 4. Hidrantes de columna seca. | 21 |
| Figura 5. Hidrantes enterrados bajo el nivel del terreno. | 22 |
| Figura 6. Hidrantes de manguera o gabinete. | 23 |
| Figura 7. Mapa división político administrativo del municipio de Ocaña N de S (Comuna I, distinguida con el color verde aceituna. | 42 |
| Figura 8. Hidrantes de estudio del barrio el llano y Calle la luz. | 43 |
| Figura 9. Inspección de hidrantes en la comuna I en compañía del cuerpo de bomberos | 43 |
| Figura 10. Reconocimiento del hidrante en la calle 11 con carrera 12. | 44 |
| Figura 11. Verificación del funcionamiento del hidrante de la calle 10 con carrera 11 | 44 |
| Figura 12. Revisión del estado del hidrante de la calle 11 con carrera 11. | 44 |
| Figura 13. Formato de Diagnostico individual de hidrantes en la comuna I del municipio de Ocaña. | 46 |
| Figura 14. Formato de Diagnóstico: Localización..... | 47 |
| Figura 15. Formato de Diagnóstico: Inclusión de imagen del hidrante, Descripción Visual y Recomendaciones. | 48 |
| Figura 16. Formato de Diagnóstico: Especificación del tipo de hidrante | 48 |
| Figura 17. Formato de Diagnóstico: Funcionamiento del hidrante. | 48 |
| Figura 18. Formato de Diagnóstico: Especificación del estado de la válvula. | 49 |
| Figura 19. Formato de Diagnóstico: Descripción del funcionamiento de las salidas del hidrante. | 49 |
| Figura 20. Formato de Diagnóstico: Diámetro de salida del hidrante. | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 21. Formato de Diagnóstico: Observaciones del hidrante (Normativa vigente). | 49 |
| Figura 22. Formato de Diagnostico individual de hidrantes comuna I, Ocaña, Norte de Santander (Calle 11 con Carrera 13) | 50 |
| Figura 23. Formato de Diagnostico individual de hidrantes comuna I, Ocaña, Norte de Santander (Calle 8 con Carrera 14) | 51 |
| Figura 24. Hidrante en la calle 10 con carrera 11 | 59 |
| Figura 25. Hidrante en la calle 11 con carretera 7 | 59 |
| Figura 26. Hidrante en la calle 11 con carrera 13 | 59 |
| Figura 27. Hidrante en la calle 7 con carrera 20..... | 60 |
| Figura 28. Hidrante en la calle 13 con carrera | 60 |
| Figura 29. Hidrante del barrio San José sobre la calzada. | 61 |
| Figura 30. Hidrante del barrio Cementerio Central sobre la calzada. | 61 |
| Figura 31. Hidrante de la Calle 11 con Carrera 28 | 62 |
| Figura 32. Hidrante de la Calle 10 con Carrera 11 | 62 |
| Figura 33. Hidrante de la Calle 11 con Carrera 7 | 63 |
| Figura 34. Hidrante de la Calle 7 con Carrera 20 | 63 |
| Figura 35. Hidrante de la calle 11 con carreta 28 | 64 |
| Figura 36. Hidrante de la calle 7 con carrera 14 | 64 |
| Figura 37. Hidrante de la calle 13 con carrera 12 | 65 |
| Figura 38. Hidrante de la calle 8 ^a con carrera 15 | 66 |
| Figura 39. Hidrante de la calle 9 con carrera 15 | 66 |
| Figura 40. Hidrante de la calle 8 con carrera 16 | 66 |
| Figura 41. Ubicación de hidrantes aglomerados en la misma zona | 67 |
| Figura 42. Hidrante de la calle 7 con carrera 20 | 68 |

| | |
|---|----|
| Figura 43. Hidrante fuera de funcionamiento de la calle 7 ^a con carrera 20 | 68 |
| Figura 44. Hidrante oxidado de la calle 12 con carrera 14 | 68 |
| Figura 45. Hidrante con válvula inoperante | 69 |
| Figura 46. Hidrante con válvula en regular estado | 69 |
| Figura 47. Mapa de uso del suelo de la comuna 1 con los hidrantes en esta comuna. | 71 |
| Figura 48. Mapa del radio de acción de cada hidrante de la comuna 1. | 73 |
| Figura 49. Mapa de propuesta de distribución de hidrantes en la comuna I, sobre el uso de los suelos. | 74 |
| Figura 50. Presupuesto para la propuesta de distribución de hidrantes en la comuna I. | 75 |
| Figura 51. Mapa de edificaciones de sistema contra incendios comuna I. | 76 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Marcación de hidrantes..... | 5 |
| Tabla 2 Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse..... | 5 |
| Tabla 3 Área en km2 por comuna ciudad de Ocaña | 9 |
| Tabla 4 Tuberías SCH40 estándares a usar..... | 23 |
| Tabla 5. Presupuesto para la realización del proyecto | 41 |

Lista de gráficos

| | |
|---|----|
| Grafico 1. Tipos de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña. | 52 |
| Grafico 2. Hidrantes en funcionamiento de la comuna I del municipio de Ocaña. | 53 |
| Grafico 3. Hidrantes con Válvula en la comuna I del municipio de Ocaña. | 54 |
| Grafico 4. Estado de las Válvulas de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña. | 55 |
| Grafico 5. Estado de las salidas de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña. | 56 |
| Grafico 6. Diámetro de salida de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña. | 57 |

Lista de Apéndices

| | |
|--|----|
| Apéndice A. Formato de diagnóstico individual de hidrantes comuna 1 Ocaña, Norte de Santander. | 84 |
| Apéndice B. Base de datos en ArcGIS® | 85 |
| Apéndice C. Mapas elaborados para el análisis y realización de este proyecto. | 86 |
| Apéndice D. Presupuesto y análisis de precios unitarios para la propuesta de la nueva distribución de la red de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña. | 87 |

Introducción

La ocurrencia de los incendios, es un riesgo latente en cualquier edificación o zona de común uso, es por ello que es de vital importancia estar preparados para afrontar este tipo de situaciones y así evitar pérdidas materiales y humanas, y el I municipio de Ocaña, siendo una localidad en constante desarrollo, evidentemente no está exento de este tipo de desastres.

Con el desarrollo del siguiente trabajo se pretendió comprobar el estado de la red contra incendios de la comuna 1 José Eusebio Caro del municipio de Ocaña, teniendo en cuenta que es la comuna donde se encuentra la mayor parte de la actividad comercial y hotelera, que genera una gran afluencia de peatones y vehículos a diario en este sector. Es así como se evaluaron las redes de hidrantes y las redes de las diferentes edificaciones del área de estudio, a partir de visitas de campo y digitalizando la información en el software ArcGIS para comprobar su correcta distribución y también generar una base de datos con el estado actual de cada uno de los elementos que componen la red y compararlos con lo establecido en la reglamentación nacional e internacional vigente.

Finalmente se procedió a realizar una propuesta para el mejoramiento de la red de hidrantes considerando la separación máxima entre cada uno de ellos contemplada en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) del año 2017, en concordancia con los diferentes tipos de uso de suelo, desarrollando también el presupuesto necesario para la ejecución de dicha propuesta.

Capítulo 1. Propuesta de mejoramiento de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

La ciudad de Ocaña cuenta con una extensión urbana de 8.17km², dividida en seis (6) comunas, referenciadas en el Mapa de la División Político Administrativo (PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL,2013), dentro de las cuales se tiene una red de hidrantes a su disposición, pero que no cumplen con lo estipulado en el numeral 7.7.12 del título B del RAS 2017 donde se especifica que para zonas industriales la distancia máxima estipulada es de 100 metros y para residencial de 200 metros. En lo que se conoce como la zona centro del municipio, correspondiente a la comuna uno se encuentra distribuidos un total de 27 hidrantes, de los cuales en su mayoría se encuentran deteriorados y en algunos casos fuera de funcionamiento, información que corrobora el cuerpo de bomberos de la ciudad.

La ausencia de hidrantes y/o el deterioro de los mismos dentro de la comuna 1, donde se encuentra el centro histórico de la ciudad ha generado que en ocasiones cuando se presentan incendios como algunos ya conocidos y recordados entre los que se encuentran el incendio del centro mercado, almacén Timaná (hoy almacenes éxito) y el de la alcaldía municipal, así como emergencias en residencias y locales comerciales de este sector, no han podido ser atendidos oportunamente o de la mejor manera, obligando así al cuerpo de bomberos a alejarse por varios minutos de la emergencia para poder reabastecerse de agua y regresar a la escena para continuar con su labor; agravando de este modo estructuras antiguas coloniales y afectando a la población civil, sus viviendas y negocios.

Como referencia a los incendios que se han presentado en la comuna uno, es de resaltar el incendio al mercado público el 26 de enero del 2007, según Páez García L. E. (2007) nos dice “Llamas, causadas por un cortocircuito, destruyeron gran parte de las instalaciones del mercado público de Ocaña, las pérdidas se estiman en una suma superior a diez mil millones de pesos”

El municipio de Ocaña cuenta con una red de hidrantes a su disposición, pero esta no cumple con lo estipulado en la norma ya que para zonas industriales y residenciales como es el caso de la comuna central no hay hidrantes ubicados a la distancia estipulada que se recomienda mínima de 200 metros residencial y a 100 metros industrial. Además, se ha evidenciado que en algunos casos de emergencia los hidrantes que cubren un determinado sector no son suficientes o su acceso es limitado. Dado a que el municipio está en constante proceso de crecimiento y cada vez son más las zonas que se quedan sin la cobertura de una red de apoyo en caso de emergencia, como lo son la instalación de nuevos hidrantes, se ve la necesidad de realizar una evaluación del estado de la actual red para generar un diseño de mejoramiento que garantice una respuesta rápida y oportuna por parte de los bomberos en caso de incendio.

De igual forma, el municipio no cuenta con información actualizada del estado en que se encuentra la red de hidrantes, además la creciente de asentamientos en el perímetro urbano es cada vez mayor y muchos de estos sectores no cuentan con estos equipos de vital importancia a la hora de atender una emergencia.

1.2 Formulación del problema

¿La red de distribución del sistema de acueducto y la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña garantiza la atención oportuna al momento de presentarse un incendio en algunos de los inmuebles que conforman la misma?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Proponer la optimización de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña Norte de Santander mediante el uso del software ArcGIS® que permita mejorar la atención de posibles incendios o emergencias por parte de organismos encargados de esta actividad.

1.3.2 Objetivos específicos.

Diagnosticar el estado actual en que se encuentra la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña, mediante la realización de un inventario actualizado de esta red que contemple además el análisis técnico del sistema, así como las condiciones económicas y sociales de la zona en estudio.

Comparar la información existente recopilada con lo establecido en la normatividad vigente, que permita optimizar la red contra incendios de la comuna uno del municipio de Ocaña.

Determinar el modelo de mejoramiento para la red de hidrantes en la comuna uno del municipio de Ocaña con ayuda del software ArcGIS®.

Suministrar la información recolectada acerca de la red existente de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña, en conjunto con una propuesta realizada bajo la normatividad vigente sobre una nueva distribución de estos elementos en dicha zona a la oficina de gestión del riesgo de la alcaldía municipal de Ocaña.

1.4 Justificación

Tomando como referencia la NFPA, la NSR-10 Título J y la última actualización del RAS según la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, los hidrantes deben cumplir con unos requerimientos específicos en cuanto a su ubicación, distribución y caudal necesario para operar dentro del casco urbano de una ciudad que permita una oportuna respuesta ante una emergencia por parte de los organismos de control.

La norma NFPA (National Fire Protection Association) menciona que el número y tipo de hidrantes, conectados a la red de agua pública, debe poder ofrecer los caudales establecidos en la tabla 18.4.5.1.2 de NFPA 1. En el Anexo E de este código se establece que, dependiendo del caudal necesario, se requieren más o menos hidrantes. Por ejemplo, para un caudal de 3000 gpm (11,400 lpm) se requieren 4 hidrantes y la distancia promedio entre hidrantes debe ser de 400 pies (122 m). El hidrante debe tener un área despejada de 36 pulgadas (91 cm) a su alrededor. También requiere que los hidrantes sean marcados por un código de color que indique la clasificación de su caudal a 20 psi (1.4 bar) (NFPA 1: 18.5.7.3). NFPA recomienda que el tope y las tapas sean pintados de acuerdo con el esquema de color en la tabla a continuación. Muchas jurisdicciones están utilizando anillos plásticos, con este mismo esquema de color, los cuales pueden ser instalados y modificados mucho más fácilmente.

Tabla 1
Marcación de hidrantes

| Clasificación | Caudal en gpm @20 psi | Color |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| Clase AA | Más de 1500 | Azul claro |
| Clase A | 1000 – 1500 | Verde |
| Clase B | 500 – 999 | Naranja |
| Clase C | Menos de 500 | Rojo |

Fuente. NFPA 1: 18.5.7.3

A nivel nacional la NSR-10 en el título J establece que debe instalarse, por lo menos, un hidrante para cada cantidad de área especificada en la tabla J.2.4.1. Cada hidrante debe tener un suministro permanente de agua y debe tener, por lo menos, el caudal especificado en la tabla J.2.4.1 para edificaciones no listadas en la tabla, debe proveerse con por lo menos un hidrante por cada 5000m² de área construida.

Según J.2.4.4.1 de la NSR-10 la parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo las normas internacionales, tal como se establece a continuación:

- Rojo: caudales hasta de 32 litros por cada segundo (L/s)
- Amarillo: Caudales entre 32 L/s y 63 L/s
- Verde: Caudales superiores a 63 L/s

Tabla 2
Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse

| Edificación | Área / Hidrante, m² | Caudal / Hidrante, L/s |
|--------------------|---|-----------------------------------|
|--------------------|---|-----------------------------------|

| Edificación | Área / Hidrante, m2 | Caudal / Hidrante, L/s |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| Edificios cota altura de evacuación descendente sea mas de 28 metros o ascendente de mas de 6 metros. | 500 | 32 |
| Cines, teatros, auditorios y discotecas | 500 | 63 |
| Recintos deportivos | 500 | 63 |
| Locales comerciales | 1000 | 63 |
| Estacionamientos | 1000 | 63 |
| Hospitales | 500 | 63 |
| Residencias | 5000 | 32 |
| Atención al público | 500 | 63 |
| Educación | 1000 | 63 |
| Almacenamiento | 500 | 63 |

Nota. Continuación de la tabla N°2. **Fuente.** NSR-10 Tabla J.2.4-1

Según el RAS Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales de municipios con poblaciones entre 60.000 y 100.000 habitantes, un incendio debe ser servido por tres hidrantes y las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por dos hidrantes en uso simultáneo con capacidad de descarga mínima de 5 L/s cada uno.

Todo edificio de más de 5 pisos deberá contar con la instalación de una red contra incendios, con válvula de retención de uso exclusivo del cuerpo de bomberos, con por lo menos una salida por piso, de fácil acceso a la boca de entrada, para la conexión de los carros bomba y en cada piso la conexión de mangueras.

Durante los últimos años en la ciudad de Ocaña se han presentado una serie de incendios los cuales no han podido ser atendidos oportunamente debido a la ausencia de hidrantes en el sector donde se presenta la emergencia o porque los que se encuentran instalados han dejado de funcionar, obligando así al cuerpo de bomberos a alejarse por varios minutos de la emergencia para poder reabastecerse de agua y regresar a la escena para continuar con su labor. Dado la zona de influencia y el alcance para la elaboración de este proyecto, es de resaltar la comuna uno perteneciente a la zona céntrica de la ciudad, la cual en años anteriores ha sufrido incendios que no han podido ser atendidos a cabalidad a causa del descuido por parte de las entidades públicas para mantener en buen estado y óptimo funcionamiento los hidrantes que hacen parte de este sector.

Por consiguiente, como se puede evidenciar en el párrafo anterior, las emergencias a causa de incendios podrían ser disminuidos si se cuenta con una red de hidrantes más completa y en óptimo funcionamiento. Es por esta razón que se propone un modelo para el mejoramiento de la red de hidrantes de la comuna uno, zona céntrica del municipio de Ocaña, en donde por medio de la herramienta informática software ArcGIS®, se establecerá una actualización de toda la red y la cobertura de este sector tan importante y crítico para el municipio.

Con la elaboración de este proyecto se plantea que la información recopilada, inventariada y analizada sirva de apoyo al Consejo Municipal de Gestión de Riesgo y Desastres del municipio de Ocaña, así como al cuerpo de bomberos y a la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO.SA para el planteamiento de políticas que permitan mejorar la atención de los posibles incendios o emergencias que se presenten en el municipio.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa. Para el desarrollo del proyecto, se realizará con ayuda del cuerpo voluntario de Bomberos del municipio de Ocaña, la inspección de los hidrantes que se encuentran en el área de estudio y se determinará el estado actual en el que se encuentran, se usará herramienta como el software ArcGIS® para conocer la ubicación de estos.

1.5.2 Delimitación conceptual. Este proyecto tiene como finalidad ofrecerle una propuesta para el mejoramiento de la red de hidrantes de la comuna uno al municipio de Ocaña, mediante el software ArcGIS®, para facilitar la atención de emergencias al cuerpo de bomberos de este municipio, por esta razón se tendrán en consideración conceptos tales como: red contra incendios, hidrantes, caudal, sistema de tubería vertical, entre otros.

1.5.3 Delimitación geográfica. El estudio para la elaboración del proyecto se llevará a cabo en la comuna uno del municipio de Ocaña, Norte de Santander que tiene una extensión territorial de 1.07 Km² y en el cual se encuentra gran parte del comercio que existe en el municipio. En la figura 1 se puede observar la localización de dicho sector en el municipio de Ocaña.

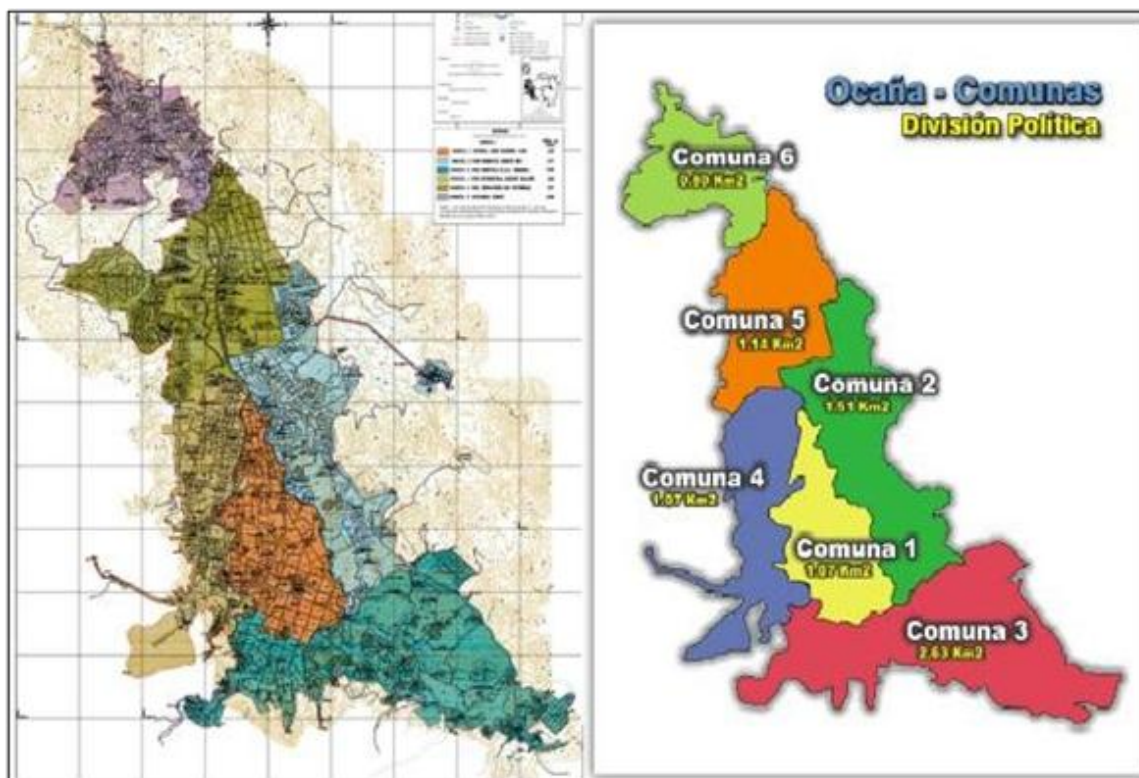


Figura 1. Localización de la comuna 1 dentro de la extensión territorial del municipio de Ocaña.

Fuente. Alcaldía de Ocaña (2012)

En la siguiente tabla 3 se puede apreciar la extensión territorial en kilómetros cuadrados correspondientes a las comunas que conforman el casco urbano del municipio de Ocaña.

Tabla 3
Área en km² por comuna ciudad de Ocaña

| Comuna | Nombre | Área (Km²) |
|---------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Central José Eusebio Caro | 1,07 |
| 2 | Nor Oriental Cristo Rey | 1,51 |
| 3 | Sur Oriental Olaya Herrera | 2,63 |
| 4 | Sur Occidental Adolfo Milanés | 1,07 |
| 5 | Francisco Fernández de Contreras | 1,14 |
| 6 | Ciudadela Norte | 0,80 |

Total área urbana de Ocaña 8,24

Nota. La tabla muestra la clasificación por comunas del casco urbano del municipio de Ocaña. Fuente: Alcaldía de Ocaña (2017).

Según el plan de ordenamiento territorial de Ocaña (2017), la comuna uno se encuentra integrada por los barrios legalmente constituidos como: Las Llanadas, 20 De Julio, El Llano Echávez, Las Cajas, Barrios Unidos: (El Tíber, Santa Marta, Sitio Nuevo y Villa Luz), Santa Ana, San José, Urbanización Central, Hacaritama, Tacaloa, San Agustín y La modelo. Además, hacen parte de ésta los sectores: Caracolí, Totumalito, El Tope, El Playón, El Uvito, Punta del Llano, Santa Eudisia, Urbanización Marina, Santa Rita, San Francisco, Camino Viejo, Calle Escobar, Santa Bárbara, El Mercado, Los Altillos, La Rotina, San Cayetano, Tamaco, El Centro, Calle La Luz, La Popa, Venecia, Miraflores, El Torito, Calle de la Amargura, Calle del mango, El Cementerio, Divino Niño, Calle Antón García de Bonilla, Calle de los Teléfonos y demás proyectos urbanísticos.

1.5.4 Delimitación temporal. El proyecto para el mejoramiento de los hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña, tiene un tiempo estimado para su realización de cuatro (4) meses, contados a partir de la aprobación del anteproyecto.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes de los hidrantes a nivel internacional. Antes de existir los hidrantes, la primera invención que pudo realizar el hombre fue el descubrir el entendimiento del comportamiento de los fluidos a presión. El primer reto ingenieril fue entender cómo se comportaba el agua en tuberías cerradas. En 1732, el ingeniero hidráulico francés Henri Pitot descubre que la velocidad de un fluido es proporcional a la raíz cuadrada de su presión. Más tarde, en 1902, los ingenieros civiles estadounidenses Allen Hazen y Gardner Steward Williams desarrollan una formula empírica, llamada fórmula de Hazen-Williams, que se convierte, y es aún hoy en día, la fórmula más ampliamente utilizada para el cálculo de agua en tuberías.

Según Jaime A. & Mocada, P.E. (2016), nos dice que la historia de los primeros hidrantes se remonta a: el agua y los incendios siempre han estado de la mano, y desarrollar la manera de cómo llevar este líquido al incendio (“get the wet stuff to the red stuff” como dicen en EE. UU.) fue de crítico interés para los primeros bomberos. Nos cuenta J. Kenneth Richardson en su libro *History of Fire Protection Engineering*, que fue así como en Roma se construyeron las primeras redes que tomaban agua desde los acueductos que eran suplidos por fuentes en las colinas alrededor de la ciudad, y que por gravedad presurizaban redes de agua las cuales eran utilizadas por los primeros bomberos de la historia. En la China milenaria se utilizaban inmensos calderos llenos de agua situados estratégicamente para apagar incendios. Pero no fue hasta 1803, en Filadelfia, que Frederick Graft Sr., el ingeniero en jefe de esta ciudad introdujo el primer hidrante conectado a una red con tuberías de madera de agua presurizada, específicamente para

protección contra incendios. En 1865 se instalaron, también en Filadelfia, los primeros hidrantes de hierro fundido similares a los que se utilizan hoy en día (ver A Brief History of the Hydrant en firehydrant.org). Para finales del Siglo XIX, el crecimiento de las ciudades y de su densidad poblacional creó el interés por desarrollar redes de agua pública para uso doméstico juntamente con protección contra incendios. Otras ciudades tan diversas como Yokohama, Zúrich y otras varias en EE. UU. ya tenían, para estas fechas, redes conectadas a hidrantes.

2.1.2 Antecedentes de los hidrantes a nivel nacional. En Colombia los sistemas de seguridad para la prevención de incendios empezaron a ser necesarios cuando el crecimiento de los centros poblados fue creciendo hasta convertirse en ciudades y evidenciar la falta de estos sistemas cuando los incendios por causas distintas empezaron a ocurrir y los recursos que se tenían a la mano no eran suficientes para salvaguardar un desastre por la propagación del fuego.

Con relación a los primeros hidrantes que existen en muchas ciudades de Colombia, es de resaltar que en el ámbito legal empezaron a existir cuando se creó el Reglamento Técnico de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-98), cuya última actualización fue realizada en el año 2010, conocida como la NSR-10, en donde en sus títulos J y K, se reglamentó el diseño e implementación de las redes contra incendio en las edificaciones del territorio nacional, diferenciando los sistemas de protección contra incendios entre secos y húmedos.

2.1.3 Antecedentes de los hidrantes a nivel local. En lo referente al ámbito regional del municipio de Ocaña, la existencia de hidrantes no abunda a lo largo de todo el casco urbano,

pues según los datos de los pocos que existen, se han implementado a medida que las condiciones del acueducto han mejorado, de igual forma, aunque la norma lo exige solo existen hidrantes propuestos por las alcaldías anteriores ejecutados por medio de la empresa de servicios públicos ESPO S.A, en lugares estratégicos como prevención de desastres contra incendios.

2.2 Marco contextual

El municipio de Ocaña Norte de Santander se encuentra ubicado según la página web oficial, a $8^{\circ} 14' 15''$ Latitud Norte y $73^{\circ} 2' 26''$ Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m.s.n.m. La superficie del municipio es 460 Km², los cuales representan el 2,2% del departamento. La Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 Km². Posee una altura máxima de 2.065 m.s.n.m y una mínima de 762 m.s.n.m. En la siguiente figura 2, se puede apreciar la localización geográfica del municipio de Ocaña.

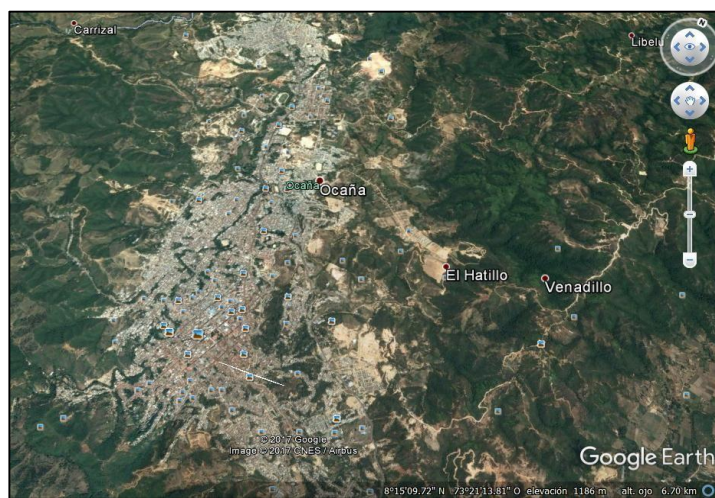


Figura 2. Vista aérea del municipio de Ocaña.

Fuente. Google Earth Pro. Con el fin de dar a conocer el contexto en el que se desarrolla el proyecto, es de resaltar los barrios que conforman la comuna uno, la cual se llama comuna central José Eusebio Caro, mencionada en el literal anterior de este documento.

2.2.1 Aspectos generales del sistema de acueducto.

En la actualidad, el sistema de distribución del municipio de Ocaña cuenta con varios tanques de almacenamiento que mantienen durante el día niveles óptimos, situación que garantiza la no necesidad de bombear las 24 horas, si se tiene en cuenta que para la prestación del servicio de acueducto se utiliza el rebombado para distribuir el agua a diferentes sectores.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (2012), en la ciudad de Ocaña adicionalmente a la ESPO S.A, existen dos acueductos: el Acueducto Independiente La Esmeralda (ASOUAIN) y la Asociación de Amigos y Usuarios del Acueducto Independiente (ADAMIUAIN), organizados para satisfacer las necesidades de la comunidad con un costo mínimo, es de aclarar que la infraestructura del tanque de ASOUAIN cuenta con el diseño adecuado y estudios que garanticen la potabilidad del agua que se consume.

La cobertura del servicio de acueducto para el área urbana es del 95.6 %. De esta cobertura el 89.5% administra la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A., el 0.2% corresponde al acueducto independiente la ASOUAIN y el 5.8% al acueducto independiente ADAMIUAIN. Contabilizando las cifras de cobertura, un 4.4% de la población no cuenta con el servicio, debido en la mayoría de los casos a problemas de tipo técnico (estar por encima de la cota de servicio)

2.2.2 Escenarios de riesgo por incendios en el municipio de Ocaña.

Ocaña, como polo integrador de la provincia es centro de servicios y de comercio, de gran importancia económica e industrial. Históricamente, su desarrollo no ha contado con una adecuada planeación y ordenamiento del territorio, poniéndose de manifiesto el problema de la zonificación y uso del suelo en la ciudad, al encontrarse actividades de tipo comercial peligroso en zonas de carácter residencial hasta institucional y viceversa. Según el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (2012), nos dice que:

Las actividades principales con potencial de amenaza tecnológica son el transporte y la distribución de combustibles y productos químicos. Los barrios con mayor afectación son los que se encuentran sobre la vía principal que comunica a Ocaña con la capital del departamento y con el departamento de Cesar, Avenida Circunvalar y Avenida Ciudadela Norte respectivamente, así como las vías principales de Ocaña, Avenida Primera de Mayo, Vía al Centro y Avenida Francisco Fernández de Contreras sin excluir las demás barrios ya que las centros de comercialización se extienden por toda la ciudad, las cuales en su mayoría no cuentan con medidas de prevención y emergencia respectivas. Sumado a la existencia de un total de 20 estaciones de venta de derivados de hidrocarburos a lo largo de estas mismas vías.

Asimismo, se encuentra la venta de insumos químicos en la zona comercial del mercado de Ocaña, la cual se reconoce como un área que ha presentado eventos de incendios y que se encuentra expuesta a los mismos por la gran presencia de productos químicos y de materiales inflamables, contando con edificaciones antiguas que no poseen las medidas de ventilación y almacenamiento de estos productos.

En este mismo orden de ideas se expone una alta vulnerabilidad a la propagación de incendios la comuna central José Eusebio Caro por presentar viviendas antiguas construidas en Madera, propensas a la combustión, sin excluir cualquier edificio de tipo institucional y comercial que no cuente con planes de prevención y emergencias.

El riesgo interno en estaciones de servicio de derivados de hidrocarburos hace referencia a los eventos que se pueden presentar por situaciones inherentes al funcionamiento de ellas. Las

amenazas están relacionadas con incendios, explosiones, fugas y derrames generados por la liberación de derivados de hidrocarburos por inadecuado funcionamiento de los equipos involucrados en el proceso, podrían ocurrir, entre otros:

Fallos en tanques de almacenamiento y tuberías, debidos a corrosión interna, desgaste, grietas o rotura de soldaduras y por sobrepresión.

Fugas por inadecuada impermeabilización de paredes y fondo de tanques y/o recintos de contención.

Fallos en instalaciones auxiliares (como tuberías de carga/descarga y sistema eléctrico), por conexiones defectuosas, corrosión (tanto interna como externa), obstrucciones, roturas o debilitamiento, ya sea por vibraciones o por tensiones cíclicas, fallos de conexión con el equipo correspondiente, cortocircuitos y cortes del suministro de electricidad.

Fallos en elementos de regulación y control (como válvulas manuales/automáticas, indicadores/reguladores, válvulas de drenaje/purga, etc.), por falta de estanqueidad, fallo en la operación como bloqueo de la válvula, obstrucción de la sección de paso, cierre defectuoso o actuaciones incontroladas, rotura, fallo a demanda o inversión del flujo.

Fallos en elementos específicos de seguridad (como válvulas de seguridad, alarmas, discos de ruptura, etc.), por bloqueos o aperturas descontroladas.

Fugas y/o derrames durante las operaciones de mantenimiento (remoción y limpieza de barros y fondos de tanques, transferencia de productos, etc.), durante la fase de operación. Así también, en la fase de abandono, existe la amenaza de contaminación del suelo o del agua superficial o subterránea con barros y restos de hidrocarburos.

2.2.3 Aspectos socioeconómicos del municipio de Ocaña.

En lo referente al ámbito social en el municipio de Ocaña, se puede decir según Consornoc (2010), “en los últimos tiempos y debido a las alteraciones de orden público, desde hace 15 años, Ocaña viene presentando desplazamiento forzado no solamente de la provincia sino también desde los departamentos del sur del Cesar y Bolívar”.

El Municipio de Ocaña ejerce gran influencia en regiones, no solo del Norte de Santander, si no de los municipios circundantes (Santander, Cesar, Sur de Bolívar) y el país vecino Venezuela, principal polo en productos agrícolas, el progreso de Ocaña hacia un futuro se enfoca a una ciudad líder en el fomento del sector Agroindustrial.

Ocaña tiene como actividades económicas fundamentales de la agricultura, la ganadería, el comercio, la pequeña industria, el turismo y la minería con explotación de plata, cobre, hierro. Otro tipo de utilización lo constituyen pequeñas áreas de cultivos permanentes de café, frutales y pastos, y semipermanentes de caña, piña, plátano y yuca.

Según Arévalo Ascanio J.G, & Carrascal Pacheco M. (2012), nos dicen que: en Ocaña, el tejido empresarial se encuentra altamente atomizado, siendo la microempresa su piedra angular, más de nueve de cada diez empresas son microempresas. Con base en lo anterior, las microempresas representan el 96% del total de las empresas; este hecho debe tenerse muy en cuenta a la hora de definir una política dirigida a fomentar la innovación.

Los datos ponen de manifiesto el desinterés de los empresarios por capacitarse y por aprender, solo el 27% de ellos ha culminado estudios universitarios; situación que puede limitar las perspectivas de mejoramiento de sus negocios.

Las empresas orientan una parte significativa de su producción a atender demandas de su zona de influencia local o regional, siendo relativamente generalizado el hecho de que sus principales clientes se ubiquen en su propia área de localización.

2.3 Marco conceptual

En este literal del marco referencial, se plasman la definición y análisis de los términos o conceptos que van a emplearse con mayor frecuencia y sobre los cuales converge toda la investigación.

2.3.1 El fuego y su propagación.

El fuego se define como un proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación (desde el punto de vista del combustible) de suficiente intensidad para emitir luz, calor y en muchos casos, llamas. En la mayoría de los fuegos la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como la madera la ropa, el papel, el petróleo o los solventes los cuales se encuentran en la clasificación química general de compuesto orgánico por ejemplo los compuestos de carbono.

2.3.1.1 Triangulo del fuego.

Según Cedillo Gómez, I. J. (2011), hay (3) tres elementos necesarios y fundamentales para que se genere y propague un incendio. Estos son el combustible que alimenta el fuego, el calor generado para producir el mismo y el oxígeno. Los sistemas de extinción han sido planeados precisamente para eliminar uno o varios de los componentes de este “triángulo”. De manera que

la extinción del fuego se haga de manera eficaz y eficiente en el menor tiempo posible. Ver figura 3.



Figura 3. Triángulo del fuego para su propagación.
Fuente. Cedillo Gómez, I. J. (2011).

2.3.2 Hidrantes. Los hidrantes son aparatos conectados a un abastecimiento de agua destinados a suministrar agua en caso de un incendio. El argot más común de los hidrantes se puede decir que son las bocas de incendio. Es decir, son bocas donde los servicios de emergencia o bomberos podrán conectar sus mangueras y equipos de extinción. Por norma general los hidrantes están colocados en el exterior de las edificaciones (aunque no siempre) y debidamente señalizados. Según Alcarraz Fernández E. (2014), los hidrantes se pueden clasificar en:

2.3.2.1 Hidrantes de columna seca. Son utilizados en zonas donde las bajas temperaturas pueden provocar la congelación del agua tienen la válvula a mayor profundidad situada a punto de conexión con la tubería de abastecimiento. El agua esta retenida por debajo del nivel del suelo de manera que la columna de agua que se encuentra a la intemperie está seca.

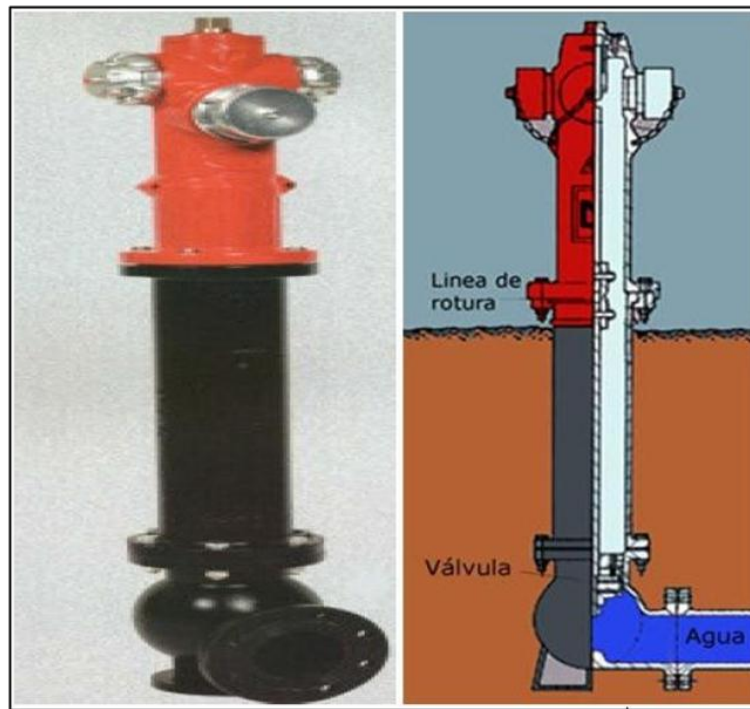


Figura 4. Hidrantes de columna seca.
Fuente. Alcarraz Fernández E. (2014).

2.3.2.2 Hidrantes de columna húmeda. Tienen el cuerpo lleno de agua y la válvula está situada en la parte superior del hidrante. Se instalan en aquellos lugares donde se prevean temperaturas superiores a $+5^{\circ}\text{C}$. Su representación gráfica corresponde a la misma que para los hidrantes de columna seca. Ver figura 4.

2.3.2.3 Hidrantes enterrados bajo el nivel de tierra. Los hidrantes de arqueta o enterrado también puede fabricarse en las modalidades húmeda o seca, aunque por lo general son húmedos debido a que la disposición enterrada ya protege bastante las heladas. La arqueta debe tener dimensiones suficientes para un acceso y dimensionamiento fácil. Son diseñados para cuando se tiene problemas de espacio. El accionamiento se realiza mediante una llave de cuadradillo o de manivela. Ver figura 5.



Figura 5. Hidrantes enterrados bajo el nivel del terreno.
Fuente. Alcarraz Fernández E. (2014).

2.3.2.4 Hidrante de manguera o gabinete. Los hidrantes con gabinete son los constituidos por una válvula de paso, rack, manguera, y un gabinete. Por lo regular, se encuentran en diámetros de 2", 2½" y 3", dependiendo del área a proteger. En el medio son conocidos Según Escobar Dávila N. P. (2013), “como hidrantes de gabinete, y dentro de la norma 14 de la NFPA se considera que los sistemas de rociadores deben incluir instalación de hidrantes tipo gabinete en los lugares como vestíbulos, pasillos, área de gradas u otras” . Ver figura 6.

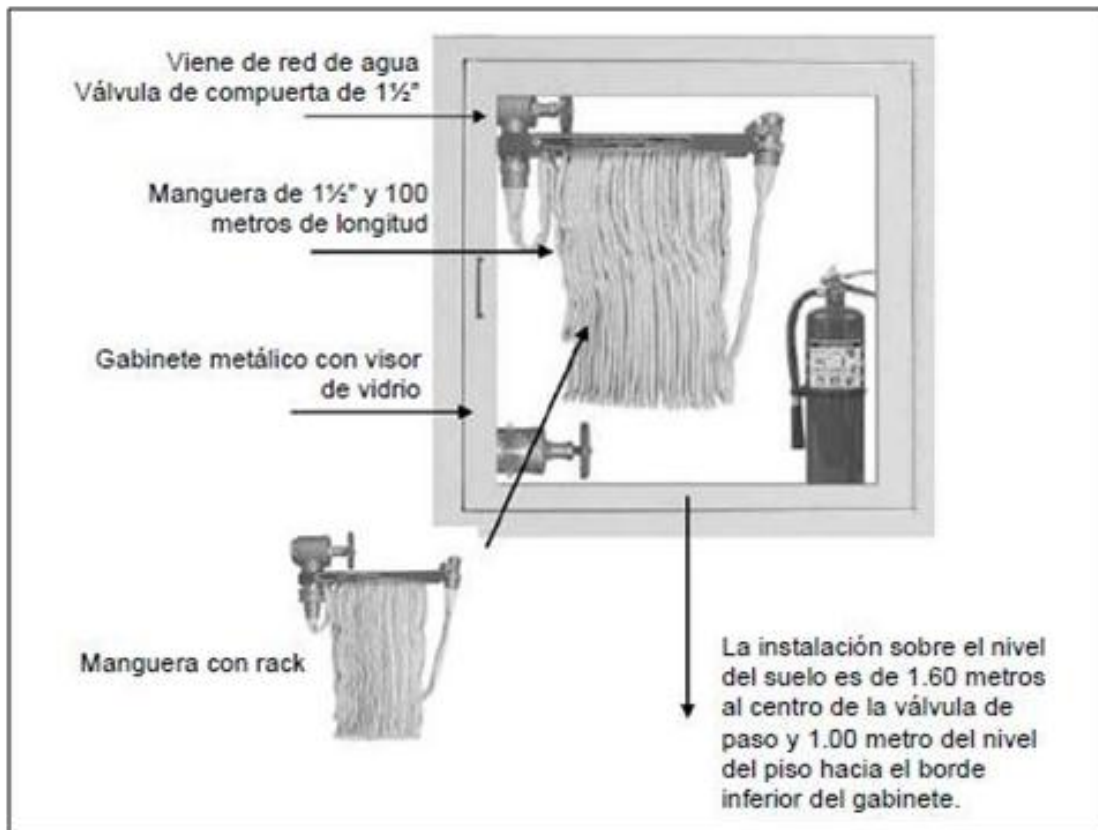


Figura 6. Hidrantes de manguera o gabinete.
Fuente. Muñoz O. (2008).

2.3.3 Red pública de hidrantes. Una red pública de hidrantes corresponde a un sin número de hidrantes instalados por la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado de determinada región, los cuales son mantenidos y operados por el cuerpo técnico de bomberos si existen en dicha región; en caso de no existir un cuerpo de bomberos, los hidrantes son operados por los fontaneros del sistema de abastecimiento de agua. Los hidrantes de una red pública se encuentran conectados al acueducto público.

2.3.4 Red privada de hidrantes. Una red privada de hidrantes corresponde a los hidrantes instalados dentro de un condominio residencial o un condominio de edificios, los cuales están conectados a un sistema de abastecimiento independiente o privado para satisfacer la necesidad personal del condominio y garantizar la seguridad frente al riesgo contra incendios de estos.

2.3.5 Componentes del sistema de protección contra incendios. Todos los sistemas de protección contra incendios deben contar con las especificaciones técnicas que estipula la norma internacional NFPA y RAS-2010. Según Alcarraz Fernández E. (2014), nos dice que un sistema contra incendios se conforma de:

2.3.5.1 Tuberías. Las tuberías contra incendios más utilizadas corresponden a los de la siguiente tabla.

Tabla 4
Tuberías SCH40 estándares a usar

| DESCRIPCION | ESTANDAR |
|---|----------------|
| Tubería de acero soldado o sin costura, negro o galvanizado por inmersión en baño caliente, para uso en sistemas contra incendio. | ASTM A795 |
| Tubería de acero soldado o sin costura | ANSI /ASTM A53 |
| Tubería de acero forjado (wrought steel pipe) | ANSI B36.10M |
| Tubería de acero electro soldada | ASTM A135 |
| Tubería de cobre sin costura | ASTM B75 |
| Tubería de cobre sin costura para agua | ASTM B88 |

| | |
|---|-----------|
| Tubería de cobre forjado sin costura y tubería de aleación de cobre | ASTM B251 |
| Fundentes para soldadura de tubería de cobre y de aleación de cobre | ASTM B813 |
| Material de aporte para soldadura de cobre | AWS A5.8 |

Nota. La tabla muestra los tipos de tuberías más utilizados para los sistemas contra incendios.

Fuente. Alcarraz Fernández E. (2014)

2.3.5.2 Unión de tuberías y accesorios. Deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- **Roscas.** Las roscas de las tuberías y accesorios deben fabricarse según es estándar ASME B.1.20.1 Pipe Threads, General Purpose (Inch) [Rosca para tuberías de uso común (pulgadas)].

Con excepción de las tuberías y accesorios especialmente certificados por UL que se pueden unir por rosca, los siguientes casos no pueden unirse mediante rosca:

- Tubería de Ø200 mm (8") o mayor de cédula menor que 30. Tubería menor a Ø200 mm (8") de cédula menor que 40.-Unión de tubos mayores a Ø50 mm (2") con uniones roscadas o uniones universales.

- **Soldadura.** Toda unión por soldadura debe hacerse usando accesorios soldables comerciales, especialmente fabricados para este fin y soldados en el taller. No se permite fabricar accesorios a partir de pedazos de tubería y toda soldadura que necesariamente se deba hacer en el sitio deberá tener el permiso para trabajo en caliente del propietario de la obra. El soldador deberá cuidar que todo agujero que se haga en una tubería para soldar una salida de menor diámetro sea del diámetro interior de la salida a soldar, los bordes de los agujeros sean limpiados de toda escoria y rebabas y, que el accesorio que se soldará no penetre dentro del tubo al cual será soldado.

- **Bridas.** Las bridas de acero se instalarán mediante soldadura y las bridas de hierro fundido mediante rosca. Las empaquetaduras serán Vs” de espesor como mínimo y de un material adecuado para agua fría como caucho o neopreno. Los pernos deben ser de cabeza hexagonal y las tuercas con 1 cara plana hexagonales, ambos según ANSI B18.2 y protegidos contra la corrosión por medio de un baño de zinc o cadmio.

2.3.5.3 Válvulas. Las válvulas que controlan el abastecimiento a los sistemas de rociadores deben, por su construcción o ensamble con otros accesorios, puedan indicar su posición abierta o cerrada y que estando completamente abierta no pueda ser cerrada en menos de 5 segundos. Las válvulas deben seleccionarse observando su presión de trabajo.

2.3.5.4 Gabinetes. Para este tipo de proyecto se han considerado tres tipos de gabinetes, el que ha sido codificado como TIPO A, B y C, sus características individuales se indican en los planos:

- **Gabinete Tipo A.** Gabinete Clase III, alimentado por una tubería de Ø80mm, con salida de Ø40mm y de Ø65mm, con puerta frontal.

- **Gabinete Tipo B.** Gabinete Clase II, alimentado por una tubería de 50mm, con salida de 40mm, con puerta frontal.

- **Gabinete Tipo C** Gabinete tipo II alimentado por una tubería de 50mm, con salida de 40mm, puerta lateral.

2.3.5.5 Rociadores. Los sistemas de rociadores (sprinkler) automáticos tienen como objeto la protección de vidas y bienes. Para que cumplan su función hay que asegurarse de que se

realizan las labores de supervisión y mantenimiento necesarias con objeto de que, en caso de incendio, esté garantizado su correcto funcionamiento.

Todos los rociadores deben estar listados por UL para el riesgo que protegerán. Los rociadores se han instalado respetando la disposición indicada en los planos, siguiendo las indicaciones del fabricante y según las restricciones impuestas por la certificación de UL. Un tema importante es aquel de las obstrucciones a la descarga de los rociadores producidas por muros altos, vigas, columnas, letreros, ductos, luminarias y otros equipos.

2.3.5.6 Conexión de Inyección por Agua (siamesa). Las conexiones de inyección tienen 6 ingresos de 65mm cada una y deben tener la siguiente inscripción: STANDPIPE 140 PSI MAX. El acabado de ellas deberá ser cromo opaco, sin pulir.

2.3.6 Agentes extintores utilizados en la protección contra incendios. Los agentes extintores son de distinta composición química dependiendo de la combustión existente, Según Santillán Delgado M.G. (2013), nos dice que estos agentes se dividen en:

2.3.6.1 El agua. El agua es conocida como el mejor agente extintor, puesto que es el más utilizado por su versatilidad de extinción de la mayoría de los fuegos, así como también es el más barato y fácilmente disponible en comparación con otros tipos de agentes extintores.

El agua no es compatible con ciertos productos químicos y metales calientes, por lo que, en combustiones de estos materiales, es mejor usar otros agentes extintores que se detallaran más adelante. Existen dos modos de aplicar el agua en un incendio mediante chorro continuo o pulverizado, utilizando una manguera que tenga rociadores automáticos.

2.3.6.2 La espuma. Es una emulsión de un producto espumógeno en agua. Básicamente apaga por sofocación, al aislar el combustible del ambiente que lo rodea, ejerciendo también una cierta acción refrigerante, debido al agua que contiene. Se utiliza en fuegos de clase A y B (sólidos y líquidos). Es conductora de la electricidad, por lo que no debe emplearse en presencia de corriente eléctrica.

2.3.6.3 Polvos químicos secos. Son una combinación de polvos se dales químicas de distinta composición química, en conjunto con otros productos de descomposición del combustible, que ayuda a paralizar la reacción en cadena que se ocasiona en una combustión. Estas pueden ser de dos tipos: Normales y Polivalentes.

2.3.6.4 Dióxido de carbono (CO₂). Es un gas inerte que se encuentra almacenado en estado líquido porque se encuentra a presiones elevadas, este actúa de manera que al descargarse inmediatamente se solidifique parcialmente, como copos blancos, por lo que a los extintores que lo contienen se les llama de “Nieve Carbónica”.

2.4 Marco teórico

En el municipio de Ocaña al igual que en muchas regiones del país, el riesgo por incendios que puedan ocurrir en el casco urbano se presenta en el momento menos esperado, ya que el fuego tiene muchas formas de propagarse y según su alerta temprana ante los organismos de

socorro se define lo complicado que puede ser llegar a controlar un incendio. Según Fajardo Fragoso J. (2009), nos dice que las formas de propagación del fuego pueden ser por conducción a través de un cuerpo sólido sin desplazamiento de este ejemplo un caldero; por difusión cuando el calor es transmitido en los fluidos líquidos y gases, por ejemplo, cuando el viento conlleva un cierto grado de calor; por radiación cuando el calor se transmite en forma de ondas debido a rayos emitidos por cuerpos calientes; y por contacto directo que es cuando una sustancia empieza a quemarse y se inicia una reacción en cadena.

Por otra parte, los sistemas que sirven para mitigar el impacto que ocasionan los incendios, se basan en los instrumentos utilizados que emplean el cuerpo de Bomberos voluntarios de Ocaña, en donde recalando el énfasis para la realización de esta investigación los hidrantes son parte esencial para controlar el fuego y evitar la propagación de este. La finalidad primordial de estos sistemas es proteger la vida humana y en segundo lugar los bienes. Y por ser sistemas vitales acarrear responsabilidades civiles y penales, los cuales están estrictamente regulados por normas técnicas bajo las cuales deben estar listados de acuerdo con el tipo y uso, tanto cada elemento como el sistema en conjunto.

En Colombia de acuerdo con la NSR10 el primer responsable ante la ley es la persona que firma la licencia de construcción y en el caso de una reclamación repite contra los profesionales implicados. El parámetro fundamental con fuerza de ley en Colombia para la protección de edificaciones contra incendio es la norma de construcciones sísmo resistentes NSR 10, y cuya última modificación se realizó en el 2010; el cuál se sustenta en una amplia variedad de normas y códigos internacionales.

En nuestro país la carencia y mantenimiento de los hidrantes hace que no sea posible atender de manera inmediata un incendio, un claro ejemplo de ello se ve en la ciudad de Bogotá la cual debería tener más de 40 mil hidrantes para cumplir con las normas internacionales y sólo tiene 3.500. Pero, además, 440 de ellos están fuera de servicio, porque los han desvalijado, echado cemento encima, tumbado, les han tapado las válvulas, están invadidos por la maleza o encerrado dentro de casetas y casas. (TIEMPO, Junio)

Por casos como este, los bomberos a veces se ven a gatas para conseguir el agua necesaria para apagar los incendios. Las mangueras que usamos miden cerca de 16 metros, pero en ocasiones nos toca hacer relevos con dos o tres máquinas para alcanzar el hidrante más cercano, cuenta el bombero Luis Fernando Caicedo. (TIEMPO, Junio).

2.5 Marco legal

Dentro de los parámetros legales para la elaboración de este proyecto en primera estancia cabe mencionar la norma que rige el uso de hidrantes en las construcciones civiles y de edificaciones que se ejecutan en el casco urbano de todas las regiones de Colombia, siendo esta la norma técnica de construcción sismo-resistente NSR10.

El reglamento colombiano de construcción sismo resistente, es el encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. En reglamento, además, se hace referencia a los procesos constructivos en edificaciones. Dado que su última actualización ha sido la expuesta en el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010; el reglamento se descompone en los siguientes títulos:

- Título A. Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente
- Título B. Cargas
- Título C. Concreto Estructural
- Título D. Mampostería Estructural
- Título E. Casas de uno y dos pisos
- Titulo F. Estructuras Metálicas Título G. Estructuras de madera y estructuras de guadua
- Título H. Estudios Geotécnicos
- Título I. Supervisión Técnica
- Titulo J. Requisitos de protección contra incendios en edificaciones Titulo K. Requisitos Complementarios

Según los títulos que conforman la norma NSR-10, desglosada anteriormente, se puede apreciar que el Titulo J y el Titulo K, son los que se refieren al uso de sistemas de protección contra incendios, en donde se dictan medidas de seguridad y parámetros de diseño para la instalación y puesta en marcha de sistemas de hidrantes y otros sistemas de protección contra incendios en las edificaciones en todo el territorio nacional.

Teniendo en cuenta que la investigación se basa en el estudio de los hidrantes que conforman la comuna uno del municipio de Ocaña, cabe resaltar que también existen normas de

prevención contra el riesgo de incendios que abarcan otras medidas de seguridad impuestas por la norma técnica colombiana NTC. Las normas relevantes y las cuales cabe mencionar son las siguientes:

- NTC 1700 Higiene y Seguridad. Medidas de Seguridad en edificaciones. Medidas de Evacuación.
- NTC 2301 Ingeniería civil y arquitectura a. Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones. Sistema de regaderas.
- NTC 1669 Ingeniería civil y arquitectura. Código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones. Sistema de hidrantes.
- NTC 1867 Higiene y seguridad. Sistema de señales contra incendio. Instalación, mantenimiento y usos.
- NTC 2046 Higiene y seguridad. Detectores de temperatura para sistemas de protección contra incendios.
- NTC 1480 Elementos de construcción. Ensayo de resistencia al fuego.
- NTC 1691 Determinación de las características de ignición superficial de los materiales para construcción.

Con referencia a las normas internacionales que también entran dentro del marco legal del proyecto, corresponde a la norma NFPA (National Fire Protection Association) es internacionalmente reconocida y referenciada en la Reglamentación nacional. Esta recopilación de normas es considerada como fuente autorizada de datos técnicos y recomendaciones para el campo de prevención, protección y control del fuego. A continuación, se desglosan algunas de las normas relevantes que hacen parte de la NFPA.

- NFPA 72 Por la cual se establece el Código Nacional de Alarmas de Incendios.
- NFPA 101 Por la cual se establece el Código de Seguridad Humana.
- NFPA 550 y NFPA 551 Por la cual se establece la Guía del Árbol de decisiones para la seguridad contra incendios.

Para el diseño de sistemas contra incendios se basa principalmente en las normas que se describen a continuación:

- NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.
- NFPA14, Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y mangueras.
- NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección de Incendio.
- NFPA 22, Norma de Depósitos de agua para Protección de Incendio.
- NFPA 24, Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendio y sus Accesorios.
- NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Para llevar a cabo la realización del proyecto el tipo de investigación que se utilizó es cuantitativo, descriptivo y experimental. Es cuantitativo porque se basa en la determinación del número de hidrantes existentes en el área de influencia y descriptivo debido a que se conoció a fondo la problemática planteada de acuerdo con la debida descripción en cuanto al estado actual

y ubicación estratégica de los hidrantes que se encuentran instalados en la zona de estudio del proyecto.

De igual forma es experimental dado a que se realizaron inspecciones en cada uno de los hidrantes que se encuentran instalados en el área de estudio para establecer sus condiciones de operación lo cual conlleva a la toma de datos y el uso de equipo especializado perteneciente al cuerpo de Bomberos de Ocaña para el respectivo trabajo de campo.

3.2 Población

La población objeto de estudio para llevar a cabo la elaboración del proyecto, enmarca a todos los hidrantes que actualmente existen en la comuna uno del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

3.3 Muestra

La muestra por utilizar en el proyecto corresponde al grupo representativo de los hidrantes existentes en la comuna uno, llamada comuna central José Eusebio Caro del municipio de Ocaña.

3.4 Recolección de información

3.4.1 Técnicas de recolección de información. Las técnicas de recolección de información utilizadas para el desarrollo de este proyecto están constituidas por referencias bibliográficas, procedente de bibliotecas, periódicos, libros, páginas web, bases de datos y trabajos documentales como trabajos de grado, revistas especializadas, artículos científicos e informes técnicos.

Así mismo, se utilizó la observación como técnica de recolección de información, ya que para la realización del proyecto es necesario efectuar una minuciosa observación de los hidrantes que se encuentran ubicados en la comuna uno del municipio de Ocaña para detallar las características que presentan en lo referente a su funcionamiento y la capacidad de ofrecer un caudal para la prevención de incendios, como también la zona de influencia en donde su ubicación se considera estratégica.

3.4.2 Instrumentos para la recolección de información. Para la recolección de datos e información se utilizaron los siguientes instrumentos:

- P.B.O.T (Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ocaña), con el fin de obtener información relevante con forme a las construcciones que se presentan en el municipio y otros aspectos.
- Reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR-10), en todos sus títulos, en donde se especifican los procesos constructivos con respecto a las construcciones verticales.
- ESPO S.A. (Empresa de Servicios Públicos de Ocaña).
- Elaboración propia de un formato de evaluación que permita establecer el estado en que se encuentran los hidrantes que conforman la red contra incendios de la comuna I del municipio de Ocaña.

Igualmente, para la recolección de información se contó con el apoyo del personal profesional del cuerpo de Bomberos voluntarios de Ocaña, para realizar las respectivas

revisiones de los hidrantes que conforman la comuna uno del municipio de Ocaña, objeto de estudio de la investigación.

3.5 Estructura de la información

Partiendo de que se tiene como objetivo general, proponer la optimización de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña Norte de Santander mediante el uso del software ArcGIS®, se hace necesario la elaboración de un esquema por fases, en las cuales se abordan actividades que permiten el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos, alcanzando de esta manera los resultados esperados.

De esta manera, la primera fase consistió en la recolección de información bibliográfica como antecedentes, trabajos e investigaciones desarrollados referentes al tema de red de hidrantes y sistemas de información geográfico, esta información pasó a una etapa de revisión, en donde se logró extraer los recursos y bases teóricas para la continuación del proyecto. Se indagó sobre las normas nacionales e internacionales, para tener claros los parámetros de ley que rigen este tipo de sistemas como lo es la disposición de la red de hidrantes en una ciudad. Y por último en esta fase, se realizaron visitas a distintas entidades como la alcaldía municipal de Ocaña, la empresa de servicios públicos ESPO SA y el cuerpo de bomberos, en busca de información y registros sobre la existencia y estado actual de los hidrantes en el municipio; y de igual manera los registros de atención de emergencias por incendio en la ciudad.

Como siguiente paso, se decide delimitar el proyecto, escogiendo los hidrantes ubicados en la comuna uno o comuna central José Eusebio Caro del municipio de Ocaña, partiendo del punto,

que esta zona abarca el corredor histórico y colonial de la ciudad, donde se ubican casonas antiguas y bienes de interés cultural, así como una gran extensión donde confluyen zonas residenciales y gran parte del comercio, que, entre los registros y noticias conocidas, han sufrido emergencias tipo incendio.

En la tercera fase, se inició el trabajo de campo, con la colaboración del cuerpo de bomberos; se designaron dos días para la visita e inspección de cada hidrante dentro del sector. En esta fase se registraron los datos de localización de cada elemento con la ayuda de un GPS, se hizo el chequeo visual de las condiciones y características del hidrante y se dispuso a abrir cada una de las válvulas para comprobar su funcionamiento. Así mismo se realizaron vistas a las edificaciones verticales de uso residencial y comercial de esta zona con el objeto de establecer si estas construcciones cuentan con un sistema contra incendios.

En la fase final, se recopiló la información obtenida en el trabajo de campo para cada hidrante en un formato de evaluación, en que se hizo el respectivo análisis del estado actual en que estos se encuentran por medio de tablas y gráficos que permitan establecer las condiciones actuales en que estos se encuentran, además, se realizó el geo procesamiento de la información en el software ArcGIS®, donde inicialmente se georreferenciaron todos los hidrantes sobre el mapa de la comuna de estudio obtenido del Plan Básico de Ordenamiento territorial, y teniendo en cuenta el tipo de uso de suelo en el sector donde se ubica cada uno de los elementos se generó su respectivo radio de acción basado en la separación máxima según el RAS 2017; con esta información se conoció a detalle las zonas dentro de la comuna que se encuentran en alto riesgo por su gran distancia a los hidrantes. Una vez realizado todo este proceso con la información de

georreferenciación, se pudo plantear una mejor distribución de hidrantes en el sector, de tal forma que se cumpla con los requerimientos de la normatividad vigente. Por último, se elaborará un mapa en el que se haga la respectiva localización de las edificaciones que cuentan con sistemas contra incendios.

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

- Autores del proyecto:

Liceth Karina Castilla Rodríguez

Jorge Luis López Martínez

- Director del proyecto:

Ingeniero civil Esp. Francisco Alfonso Durán Castro

4.2 Recursos institucionales

- Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ocaña, Norte de Santander.
- Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander.

4.3 Recursos financieros

Para la ejecución de este proyecto se requiere un capital el cual se destinará en varios aspectos que harán posible su consecución. En la tabla 5, se puede detallar cada una de las actividades que se deben desarrollar junto con su respectivo valor.

Tabla 5*Presupuesto para la realización del proyecto*

| Ítem | Valor | Origen de los recursos | |
|-------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | Propios | U.F.P.S.O. |
| Transporte | \$300.000 | <i>x</i> | |
| Papelería e impresiones | \$150.000 | <i>x</i> | |
| Imprevistos | \$100.000 | <i>x</i> | |
| TOTAL | \$550.000 | | |

Fuente. Autores del proyecto.

Capítulo 5. Hallazgos y conclusiones

5.1 Hallazgos.

5.1.1 Diagnosticar el estado actual en que se encuentra la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña, mediante la realización de un inventario actualizado de esta red. Cuando se inició con la fase de campo de este proyecto, se visitaron cada uno de los hidrantes distribuidos dentro de la comuna central José Eusebio Caro o también conocida como comuna uno (Ver Figura 7) del municipio de Ocaña, con el fin de empezar a generar un diagnóstico en ellos. En primera instancia se hizo un chequeo general del elemento, tomando su localización con un GPS y aspectos físicos del hidrante. En la Figura 8, se muestra dos de los hidrantes de la comuna 1 a los que se les hizo la inspección.

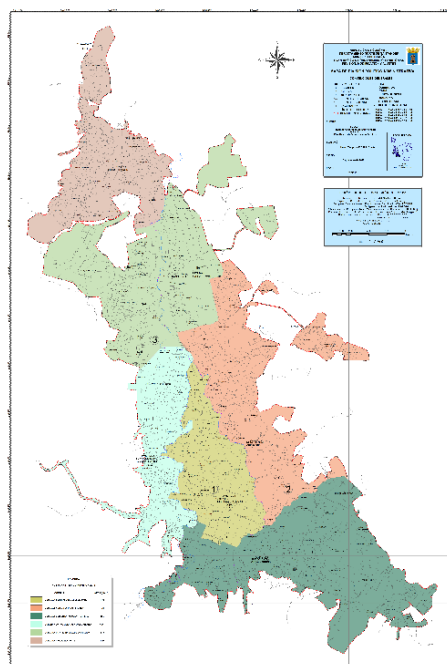


Figura 7. Mapa división político administrativo del municipio de Ocaña N de S (Comuna I, distinguida con el color verde aceituna).

Fuente. PBOT 2015



Figura 8. Hidrantes de estudio del barrio el llano y Calle la luz.
Fuente. Autores

Una vez ubicados los elementos dentro del sector y conociendo la cantidad de ellos en la zona de estudio, se dispone en compañía del cuerpo de bomberos a verificar el funcionamiento de los hidrantes (Ver Figura 9), encontrando que 27 de los 29 hidrantes que son la mayoría, están en funcionamiento, sin embargo, aquellos cuya funcionalidad está vigente no cumplen con algunos puntos o literales estipulados en normas nacionales como el RAS 2017 o internacionales como el manual del código de incendios NFPA 1.



Figura 9. Inspección de hidrantes en la comuna I en compañía del cuerpo de bomberos
Fuente. Autores

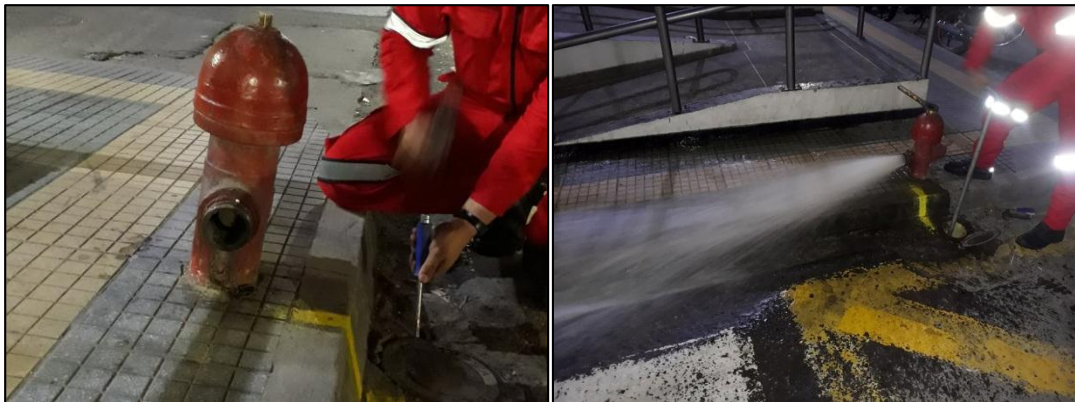


Figura 10. Reconocimiento del hidrante en la calle 11 con carrera 12.
Fuente. Autores

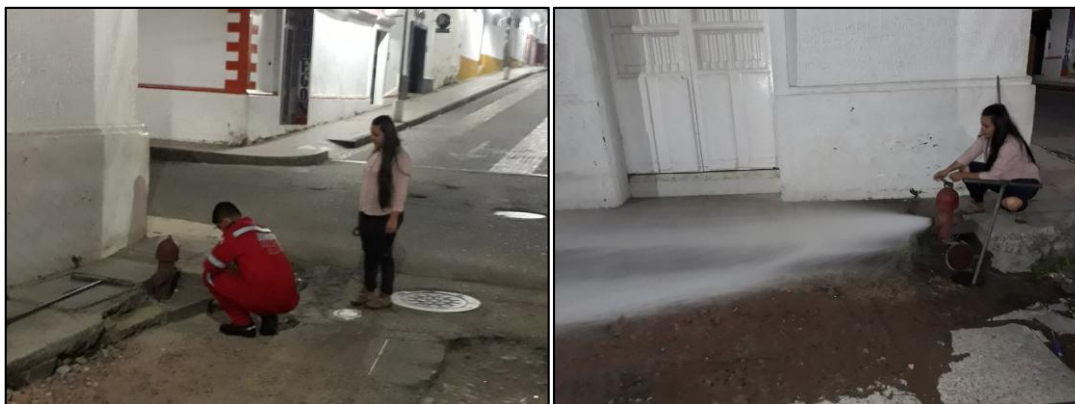


Figura 11. Verificación del funcionamiento del hidrante de la calle 10 con carrera 11 Fuente. Autores



Figura 12. Revisión del estado del hidrante de la calle 11 con carrera 11.
Fuente. Autores

Como se ve en las Figuras 10, 11, 12, junto con el auxiliar del cuerpo de bomberos del municipio, en cada hidrante se hizo la observación de su estado y se disponía a abrir la válvula, corroborar que este estaba en funcionamiento y si el agua salía con suficiente presión, al igual que se examinaba el estado de las salidas del hidrante.

Para hacer el diagnóstico del sistema de hidrantes en la comuna central se diseñó un formato donde se consigna la información obtenida de cada uno de los elementos, como se muestra en la siguiente imagen. (Ver Figura 13), el cual se puede utilizar para futuras investigaciones que deseen evaluar la red contra incendios de las demás comunas del municipio de Ocaña, y otros municipios del país.

En este formato se detallan ítems como: Ubicación del hidrante, coordenadas N-E, campo para la fotografía del hidrante en estudio, breve reconocimiento visual, recomendaciones técnicas, tipo de hidrante, existencia y funcionamiento de válvula y salidas, así como una casilla de observaciones donde se pueden especificar detalles relevantes acorde a la norma y que no son expuestos en los puntos anteriores.


| | | | | | |
|---|--|--|---------------------------|------------|--|
|  Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigencia: Mineducación | | FORMATO DE DIAGNOSTICO INDIVIDUAL DE HIDRANTES COMUNA 1 OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | | |
| REVISADO POR | | | | | |
| LOCALIZACIÓN: | | | | | |
| | | | | | |
| COORDENADAS: | | N | | E | |
| | | | | | |
| IMAGEN | | | DESCRIPCIÓN VISUAL | | |
| | | | | | |
| | | | RECOMENDACIONES | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| TIPO DE HIDRANTE: | | Columna seca | | Arqueta | |
| | | Columna húmeda | | | |
| FUNCIONAMIENTO: | | Normal | | Inoperante | |
| | | | | | |
| VALVULA: | | Existe (S/N) | | | |
| | | Estado | | | |
| SALIDAS: | | En funcionamiento | | Obstruidas | |
| | | Deterioradas | | | |
| DIAMETRO DE SALIDA DEL HIDRANTE | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | |

Figura 13. Formato de Diagnostico individual de hidrantes en la comuna I del municipio de Ocaña.
 Fuente. Autores

Finalmente se diagnostica un hidrante, completando la información del formato de la siguiente manera:

1. Se registra la información de las personas encargadas de realizar el diagnóstico, localización del hidrante, especificando la calle y carrera, además de la georreferenciación dada por el GPS. (Ver Figura 14)


| | | | |
|---|--|---|----------|
|  Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Facultad de Ingeniería | | FORMATO DE DIAGNOSTICO INDIVIDUAL DE HIDRANTES COMUNA 1 OCAÑA NORTE DE SANTANDER | |
| REVISADO POR | | | |
| LOCALIZACIÓN: | | | |
| | | | |
| COORDENADAS: | | N | E |
| | | | |

Figura 14. Formato de Diagnóstico: Localización
Fuente. Autores

2. Se identifica el elemento con una imagen, en conjunto con una breve descripción del estado en que se encuentra el hidrante y se registran las recomendaciones a seguir según la normatividad vigente. (Ver Figura 15)

| IMAGEN | DESCRIPCIÓN VISUAL |
|---------------|---------------------------|
| | |
| | RECOMENDACIONES |
| | |

Figura 15. Formato de Diagnóstico: Inclusión de imagen del hidrante, Descripción Visual y Recomendaciones.
Fuente. Autores

3. Se indica con una marca el tipo de hidrante que se está evaluando, ya sea, Columna seca, húmeda o de arqueta. (Ver Figura 16)

| | | | | | |
|-------------------|----------------|--|---------|--|--|
| TIPO DE HIDRANTE: | Columna seca | | Arqueta | | |
| | Columna húmeda | | | | |

Figura 16. Formato de Diagnóstico: Especificación del tipo de hidrante.
Fuente. Autores

4. Se especifica el funcionamiento del elemento, como normal o inoperante.

(Ver Figura 17)

| | | | | | |
|-----------------|--------|--|------------|--|--|
| FUNCIONAMIENTO: | Normal | | Inoperante | | |
| | | | | | |

Figura 17. Formato de Diagnóstico: Funcionamiento del hidrante.
Fuente. Autores

5. Se debe marcar la existencia de la válvula (S/N), de ser SI, se define el estado en el que se encuentra (Bueno, Regular, Malo o Difícil acceso). (Ver Figura 18).

| | | | |
|----------|--------------|--|--|
| VALVULA: | Existe (S/N) | | |
| | Estado | | |

Figura 18. Formato de Diagnóstico: Especificación del estado de la válvula.

Fuente. Autores

6. Se define en qué condición se encuentran las salidas del hidrante, si éstas están en funcionamiento, obstruidas o deterioradas. (Ver Figura 19)

| | | | | | |
|----------|-------------------|--|------------|--|--|
| SALIDAS: | En funcionamiento | | Obstruidas | | |
| | Deterioradas | | | | |

Figura 19. Formato de Diagnóstico: Descripción del funcionamiento de las salidas del hidrante.
Fuente. Autores

7. Se registra el diámetro de salida del hidrante evaluado. (Ver Figura 20)

| | |
|------------------------------------|--|
| | |
| DIAMETRO DE SALIDA DEL HIDRANTE | |
| | |

Figura 20. Formato de Diagnóstico: Diámetro de salida del hidrante.
Fuente. Autores

8. En esta casilla se pueden especificar detalles relevantes acorde a la norma y que no son expuestos en los puntos anteriores. (Ver Figura 21)

| | |
|----------------|--|
| | |
| OBSERVACIONES: | |
| | |

Figura 21. Formato de Diagnóstico: Observaciones del hidrante (Normativa vigente).
Fuente. Autores

Seguidamente se expondrán dos formatos de evaluación de hidrantes diligenciados.

En la Figura 22 y 23.

| | | | | | |
|--|--|---|---|------------|-------------|
|  <p>Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada por el Ministerio de Educación</p> | | FORMATO DE DIAGNOSTICO INDIVIDUAL DE HIDRANTES COMUNA I OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | | |
| REVISADO POR | | LICETH KARINA CASTILLA RODRIGUEZ JORGE LUIS LOPEZ MARTINEZ | | | |
| LOCALIZACION: | | Calle 11 con Carrera 13 | | | |
| COORDENADAS: | | Latitud: | 8.235644° | Longitud: | -73.353239° |
| IMAGEN | | | DESCRIPCIÓN VISUAL | | |
|  | | | El hidrante posee un desgaste de la pintura de recubrimiento ocasionado que esté expuesto a los agentes atmosféricos sujeto a oxidación, su ubicación es de difícil manejo al presentarse un incendio | | |
| | | | RECOMENDACIONES El mantenimiento técnico periódico de estos elementos es fundamental para su óptimo funcionamiento por ello se recomienda cada 6 meses realizar dicho mantenimiento según las especificaciones de los fabricantes de estos. | | |
| TIPO DE HIDRANTE: | | Columna seca | x | Arqueta | |
| | | Columna húmeda | | | |
| FUNCIONAMIENTO: | | Normal | x | Inoperante | |
| | | | | | |
| VALVULA: | | Existe (S/N) | S | | |
| | | Estado | Bueno | | |
| SALIDAS: | | En funcionamiento | x | Obstruidas | |
| | | Deterioradas | | | |
| DIAMETRO DE SALIDA DEL HIDRANTE | | DIAMETROS DE SALIDADA DE 4" | | | |
| OBSERVACIONES: | | Cumple los requerimientos del RAS-2017 | | | |

Figura 22. Formato de Diagnostico individual de hidrantes comuna I, Ocaña, Norte de Santander (Calle 11 con Carrera 13)
Fuente. Autores

| | | | | | |
|---|--|---|---|------------|-------------------------------------|
|  Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Facultad de Ingeniería | | FORMATO DE DIAGNOSTICO INDIVIDUAL DE HIDRANTES COMUNA I OCAÑA NORTE DE SANTANDER | | | |
| REVISADO POR | | LICETH KARINA CASTILLA RODRIGUEZ JORGE LUIS LÓPEZ MARTINEZ | | | |
| LOCALIZACION: | | Calle 8 con Carrera 14 | | | |
| COORDENADAS: | | Latitud: | 8.237575° | Longitud: | -73.35559° |
| IMAGEN | | | DESCRIPCIÓN VISUAL | | |
|  | | | El hidrante presenta oxidación y pérdida de pintura, además el comercio existente provoca golpes al mismo. | | |
| | | | RECOMENDACIONES | | |
| | | | El mantenimiento técnico periódico de estos elementos es fundamental para su óptimo funcionamiento por ello se recomienda cada 6 meses realizar dicho mantenimiento según las especificaciones de los fabricantes de estos. | | |
| TIPO DE HIDRANTE: | | Columna seca | <input checked="" type="checkbox"/> | Arqueta | <input type="checkbox"/> |
| | | Columna húmeda | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| FUNCIONAMIENTO: | | Normal | <input checked="" type="checkbox"/> | Inoperante | <input type="checkbox"/> |
| VALVULA: | | Existe (S/N) | <input checked="" type="checkbox"/> | S | <input type="checkbox"/> |
| | | Estado | <input checked="" type="checkbox"/> | Bueno | <input type="checkbox"/> |
| SALIDAS: | | En funcionamiento | <input checked="" type="checkbox"/> | Obstruidas | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | Deterioradas | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| DIAMETRO DE SALIDA DEL HIDRANTE | | DIAMETROS DE SALIDADA DE 4" | | | |
| OBSERVACIONES: | | Generalmente obstruido por vendedores ambulantes | | | |

Figura 23. Formato de Diagnóstico individual de hidrantes comuna I, Ocaña, Norte de Santander (Calle 8 con Carrera 14)
Fuente. Autores

5.1.1.1. Resultados del inventario de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña. A continuación, se realizará un análisis del estado en que se encuentran los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña de acuerdo a los aspectos evaluados.



Grafico 1. Tipos de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña.

Fuente. Autores

Los 29 hidrantes que conforman la red de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña, son de tipo Columna Seca, los cuales evitan la congelación del agua en caso de que se presenten grandes heladas asegurando el suministro del agua en cualquier época del año.

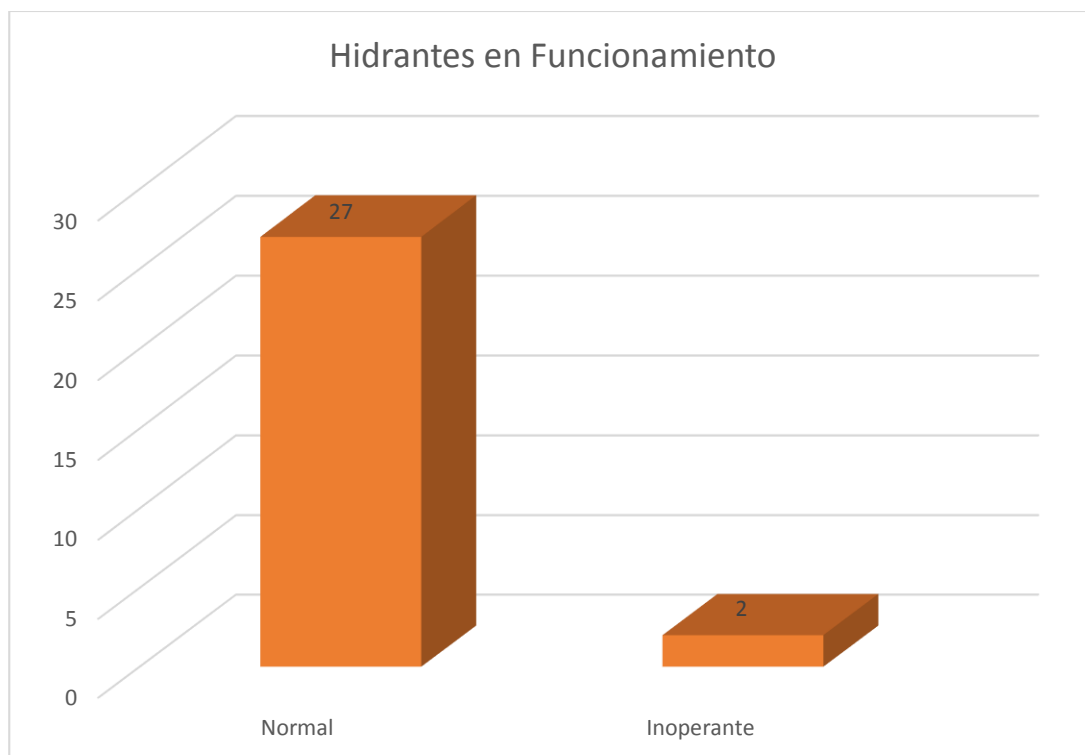


Grafico 2. Hidrantes en funcionamiento de la comuna I del municipio de Ocaña.
Fuente. Autores

La red contra incendios de la comuna I presenta en funcionamiento 27 hidrantes y dos que no están operando actualmente y se encuentran ubicados en la Calle 7 con Carrera 20 (Barrio el Llano) y en la Calle 7^a con Carrera 20 (Barrio el Llano). Lo cual es preocupante ya que en este sector la mayor parte de las edificaciones son residenciales y están sin suministro de agua por parte de la red de hidrantes en caso de un incendio



Grafico 3. Hidrantes con Válvula en la comuna I del municipio de Ocaña.

Fuente. Autores

De los 29 hidrantes de la red contra incendios de la comuna I, solo uno no posee válvula, por ende, se encuentra inoperado y está en la Calle 7 con Carrera 20 (Barrio el llano). Este debería ser reemplazado y puesto en funcionamiento para la prestación de este servicio a la comunidad de este sector.

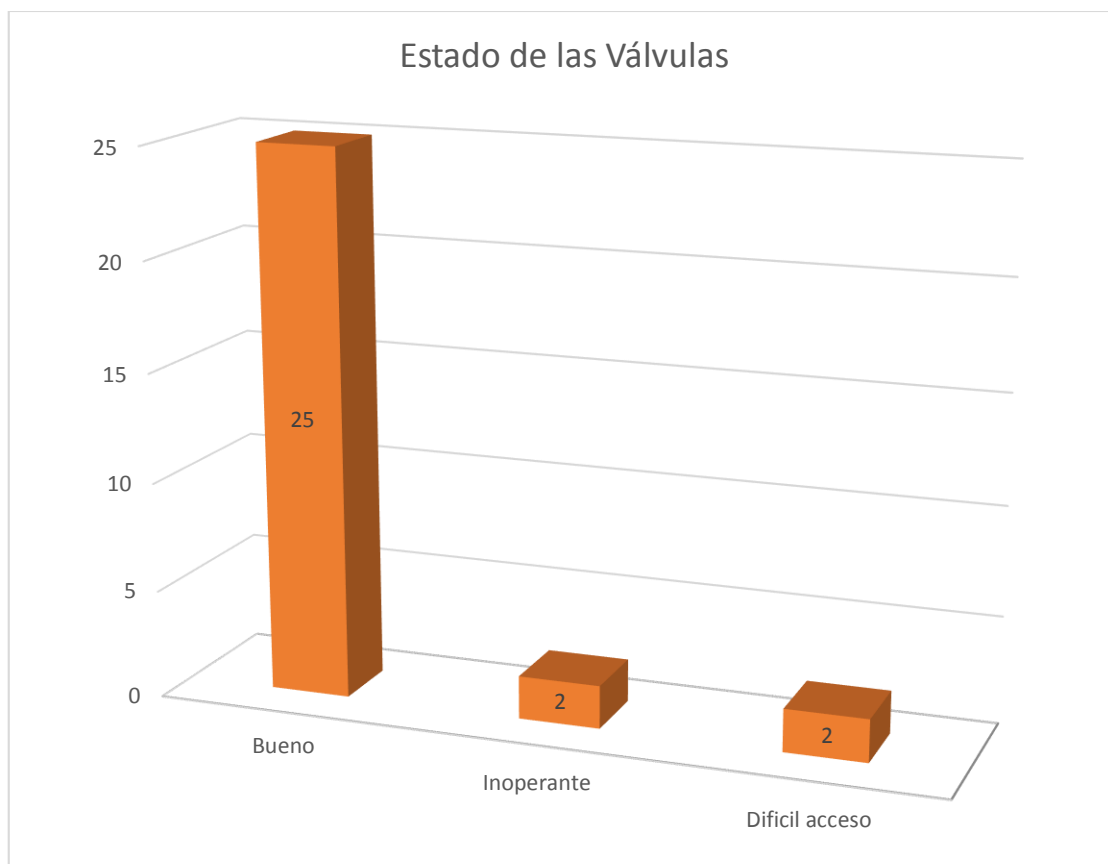


Grafico 4. Estado de las Válvulas de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña.
Fuente. Autores

El estado en que se encuentran la mayor parte de las válvulas de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña se encuentran en buen estado, aquellas válvulas que no se encuentran en operación son las siguientes: Calle 7 con Carrera 20 (Barrio el llano) y Calle 7 A con Carrera 20 (Barrio el llano), pues los hidrantes de este sector no prestan el suministro de agua siendo una señal de alarma para este sector, y aquellos que poseen difícil acceso se encuentran ubicados en la Calle 8 con Carrera 11 (Barrio la Costa) y Calle 11 con Carrera 20 (Barrio la Rotina) siendo un problema en el momento de atender una emergencia en estos sectores.



Grafico 5. Estado de las salidas de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña.
Fuente. Autores

Las salidas de los hidrantes son parte fundamental para el funcionamiento de estos elementos pues es a partir de ellas que se puede abastecer los cuerpos de emergencia en caso de una eventualidad, actualmente, 22 de los 29 hidrantes de la red contra incendios de la comuna I se encuentran en funcionamiento, 3 hidrantes presentan deterioradas estas partes y se encuentran ubicadas en la Calle 12 con Carrera 14 (Cerca de la Clínica la Torcoroma), Calle 11 con Carrera 28 (Federación de cafeteros), Calle 7ª con carrera 20 (Barrio el llano), los cuales deben ser cambiados de manera inmediata, 1 hidrante presenta obstrucción en su salida y se encuentra ubicado en la Calle 7 con Carrera 20 (Barrio el llano) pero está fuera de servicio, 1 hidrante se encuentra en funcionamiento y su salida está deteriorada por ende se necesita su reemplazo de manera inmediata pue está en una zona posee edificaciones de tipo colonial, y 2 hidrantes están en funcionamiento pero sus salidas están obstruidas por ende se necesita de su respectivo mantenimientos esto se encuentras ubicados en la Calle 8 con carrera 14 (El Mercado) y la Calle 13 con Carrea 12 (Cercano a la cooperativa Comultrasan)

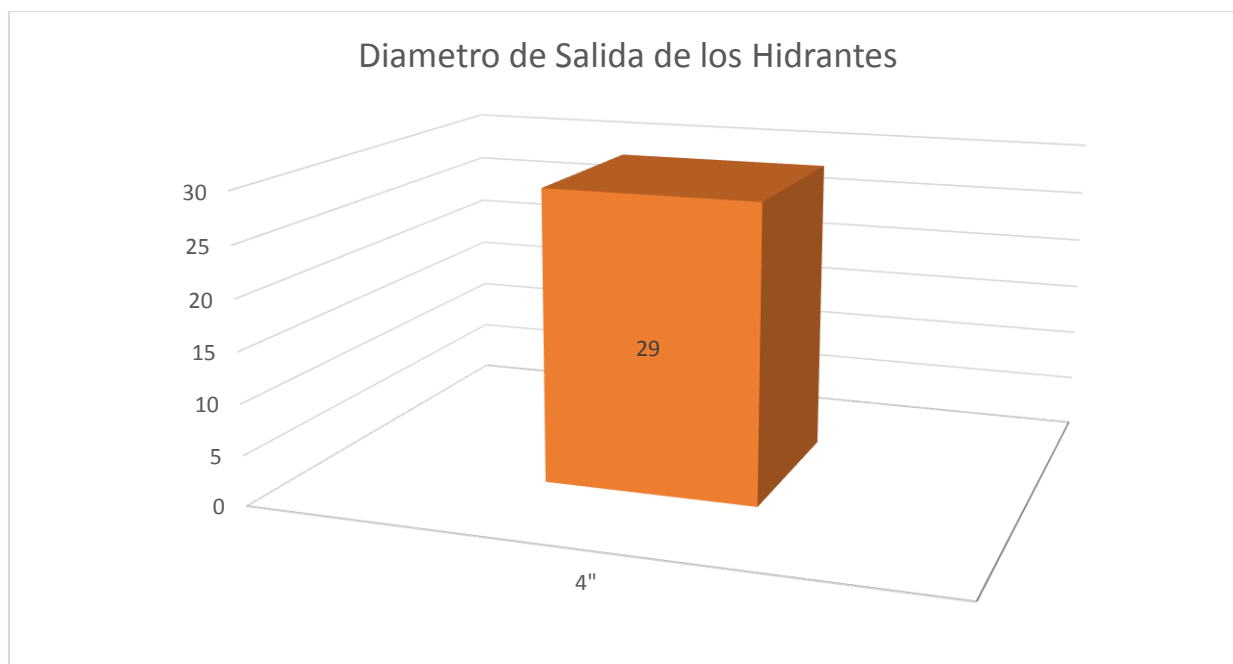


Gráfico 6. Diámetro de salida de los hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña.
Fuente. Autores

El diámetro de salida de los 29 hidrantes que conforman la red contra incendios actual del municipio de Ocaña presentan un diámetro de salida de 4", el cual se adapta a las mangueras de los carros taques donde se almacena el agua para atender los diferentes incendios asegurando el adecuado suministro a los cuerpos de socorro.

Por otra parte, durante el recorrido por la comuna y la inspección de los hidrantes dentro de esta, se evidenció que existen zonas en las cuales hay ausencia de estos elementos, coincidiendo con un sector de la comuna en la que se encuentran estructuras coloniales y casonas antiguas de materiales como madera, caña brava, teja de barro, etc. que comprende los barrios de Hacaritama, San Agustín, La popa, Las llanadas, Totumalito, El tope, y 20 de julio.

5.1.2 Comparar la información existente recopilada con lo establecido en la normatividad vigente, que permita optimizar la red contra incendios de la comuna uno del municipio de Ocaña. Partiendo del hecho que se debe conocer la normativa vigente que rige los sistemas de hidrantes en una localidad, se hace la búsqueda y lectura de esta para empezar a comparar la información obtenida en la salida de campo con la inspección de los hidrantes de la comuna uno y así establecer cuáles de ellos, están acorde a lo estipulado en la normativa y los que no, en qué aspecto están fallando.

En el manual del código de incendios NFPA 1 que es la normativa internacional, en el anexo E, se establece que el hidrante debe tener un área despejada de 36 pulg (91 cm) a su alrededor, punto que también es mencionado en el literal B.7.7.12.5 del RAS 2017 de la norma nacional colombiana donde se expone que los hidrantes deben instalarse alejados de obstáculos que impidan su correcto uso, y que no deben localizarse en las calzadas de las vías ni contiguos a postes u otros obstáculos que no permitan su correcto uso en caso de incendio. Tomando esto como primer punto de comparación entre la ley y lo encontrado en la visita de campo, se encuentra que los hidrantes ubicados en la calle 10 con carrera 11, calle 11 con carrera 7, calle 11 con carrera 13, calle 7 con carrera 20, calle 13 con carrera 12 (Ver figura 24,25,26,27,28) infringen esta norma, puesto que son hidrantes ubicados al lado de un poste o sus salidas están obstruidas y no permiten su correcto uso en caso de incendio. En las siguientes imagines se puede apreciar lo expuesto en este párrafo.



Figura 24. Hidrante en la calle 10 con carrera 11
Fuente. Autores



Figura 25. Hidrante en la calle 11 con carrera 7
Fuente. Autores



Figura 26. Hidrante en la calle 11 con carrera 13
Fuente. Autores



Figura 27. Hidrante en la calle 7 con carrera 20
Fuente. Autores



Figura 28. Hidrante en la calle 13 con carrera 12
Fuente. Autores

Como se puede apreciar en la Figura 29 y en la Figura 30, el hidrante localizado en la calle 7ª con carrera 15, barrio san José, y el de la calle 6 con carrera 12 barrio cementerio, se encuentran sobre la calzada, no cumpliendo con la especificación de la norma citada anteriormente.



Figura 29. Hidrante del barrio San José sobre la calzada.
Fuente. Autores



Figura 30. Hidrante del barrio Cementerio Central sobre la calzada.
Fuente. Autores

En el inciso B.7.7.12.5 del RAS 2017 se contempla que los hidrantes deben instalarse en el límite de dos predios, aproximadamente a 10 m de la intersección de los paramentos y en una zona verde o en el andén. Cuando se coloquen en el andén no deben instalarse a una distancia mayor que 0.5 m del borde exterior hacia adentro; con base a esto se identificó un hidrante que no cumple este parámetro, el cual se ubica en la calle 11 con carrera 28, como se observa en la Figura 31



Figura 31. Hidrante de la Calle 11 con Carrera 28

Fuente. Autores

En la instalación del hidrante deben colocarse tantas extensiones sean necesarias para que el hidrante quede saliente en su totalidad por encima del nivel del terreno, es otro de los puntos que trata el RAS 2017, en el ítem de “localización de los hidrantes”, encontrando tres hidrantes que se ven afectados por el nivel del andén como se ve en las figuras 32, 33 y 34 y por ende no cumplen con la norma.

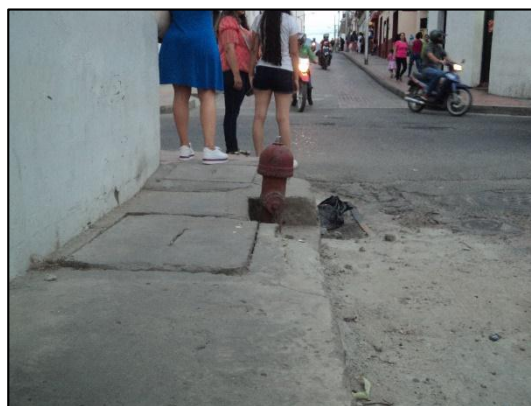


Figura 32. Hidrante de la Calle 10 con Carrera 11

Fuente. Autores



Figura 33. Hidrante de la Calle 11 con Carrera 7
Fuente. Autores



Figura 34. Hidrante de la Calle 7 con Carrera 20
Fuente. Autores

Con respecto al color de los hidrantes en el literal B.7.7.12.8 del RAS 2017 dice que la parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación:

Rojo: Caudales hasta 32 L/s

Amarillo: Caudales entre 32 y 63 L/s

Verde: Caudales superiores a 63 L/s.

A partir de esto, existen tres hidrantes cuyo color no corresponde a lo estipulado en la norma, dos de ellos que por antigüedad han perdido su color distintivo como lo son los hidrantes ubicados en calle 11 con carreta 28 y calle 7 con carrera 14 (Ver Figura 35 y Figura 36) y el caso especial del hidrante ubicado en la calle 13 con carrera 12, que por motivos de decoración fue pintado por la comunidad perdiendo así su distintivo, como se puede observar en la Figura 37.



Figura 35. Hidrante de la calle 11 con carreta 28
Fuente. Autores



Figura 36. Hidrante de la calle 7 con carrera 14
Fuente. Autores



Figura 37. Hidrante de la calle 13 con carrera 12
Fuente. Autores

Para los niveles de complejidad del sistema medio alto y alto, en los barrios de estratos 3, 4, 5 y 6 debe colocarse un hidrante por lo menos cada 200 m. En las zonas con bloques multifamiliares debe colocarse un hidrante por lo menos cada 150 m. En las zonas industriales y comerciales de alto valor debe ponerse un hidrante en cada bocacalle y a una distancia no mayor que 100 m; es lo que se cita en el literal B.7.7.12.4 “**Número y distancia máxima entre hidrantes**” de la norma colombiana RAS 2017, por lo que teniendo en cuenta este aparte se detectan tres hidrantes ubicados entre la calle 8ª con carrera 15, calle 9 con carrera 15 (Ver Figuras 38 y 39) que tienen una distancia entre ellos de 50 m y en la calle 8 con carrera 16 (Ver Figura 40) con el de la calle 8ª con carrera 15 distanciados por 67 m, cuando la norma estipula que deben ser 200 m.

En la Figura 41 se observa que en esta zona se encuentra una aglomeración de hidrantes, lo cual no respeta la normatividad anteriormente descrita, se hace necesario que se haga una nueva distribución de estos elementos.



Figura 38. Hidrante de la calle 8ª con carrera 15
Fuente. Autores



Figura 39. Hidrante de la calle 9 con carrera 15
Fuente. Autores



Figura 40. Hidrante de la calle 8 con carrera 16
Fuente. Autores

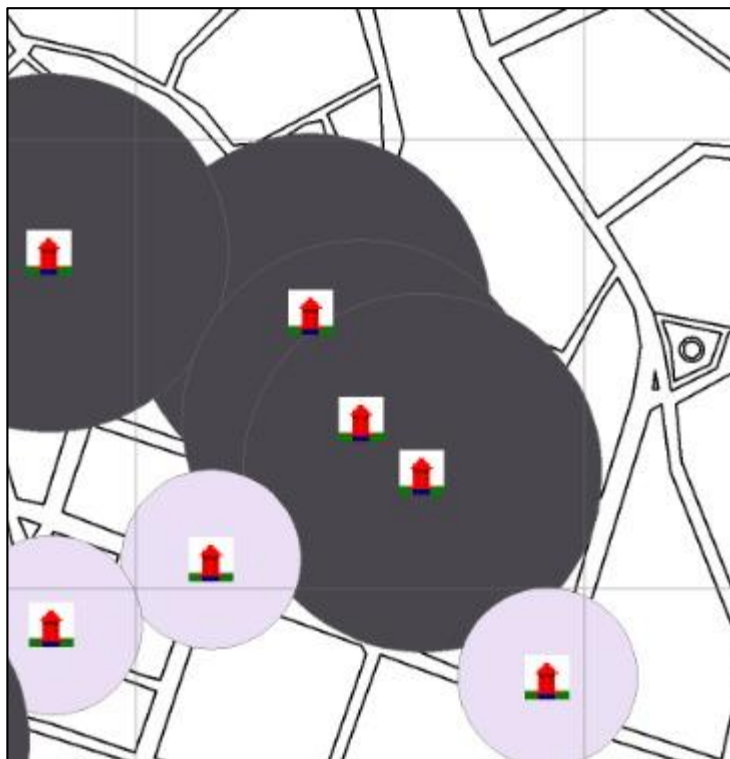


Figura 41. Ubicación de hidrantes aglomerados en la misma zona
Fuente. Autores

Por otra parte, están los hidrantes ubicados en la calle 7 con carrera 20 y calle 7ª con carrera 20 (Ver Figura 42 y 43), que guardan una distancia entre ellos de 20 m, dentro de una zona donde la norma dice que deben estar ubicados a 100 m.

En aspectos más generales, el hidrante ubicado en la calle 7ª con carrera 20 (Ver Figura 43) y el hidrante de la calle 7 con carrera 20 no están en operación, en el primero la válvula es inaccesible y las entradas deterioradas y el segundo, además, no cuenta con válvula, sus salidas están obstruidas y le hace falta una de las tapas.



Figura 42. Hidrante de la calle 7 con carrera 20
Fuente. Autores



Figura 43. Hidrante fuera de funcionamiento de la calle 7ª con carrera 20
Fuente. Autores

Las salidas de los hidrantes en la calle 11 con carrera 10, calle 12 con carrera 14, calle 11 con carrera 28 están deterioradas, además el segundo de los hidrantes mencionado está bastante oxidado, como se logra observar en la figura 44.



Figura 44. Hidrante oxidado de la calle 12 con carrera 14
Fuente. Autores

Existen dos hidrantes cuyas válvulas están inoperantes y en estado regular; El hidrante de la calle 8 con carrera 11 tiene la válvula inoperante (Ver Figura 45), la del hidrante de la calle 7 con carrera 14 su estado es regular. Como se puede observar en la Figura 46, el hidrante también se encuentra ladeado.



Figura 45. Hidrante con válvula inoperante
Fuente. Autores



Figura 46. Hidrante con válvula en regular estado
Fuente. Autores

5.1.3 Determinar el modelo de mejoramiento para la red de hidrantes en la comuna uno del municipio de Ocaña con ayuda del software ArcGIS®. Con base a los datos e información recolectada en la visita de campo y organizada en los formatos de diagnóstico de los hidrantes en el sistema, pertenecientes a la comuna 1 del municipio de Ocaña, se empezó por representar esta información de manera gráfica por medio del software ArcGIS®, localizando el perímetro de la comuna 1, así como las manzanas y el uso de suelo pertenecientes a esta, información que se obtuvo del plan básico de ordenamiento territorial del municipio. También se generó una capa (también llamado Shape) que contuviera los puntos donde se localizan los hidrantes para su posterior análisis espacial.

El software ArcGIS®, permite a cada capa o shape ingresarle información adicional y campos del tipo imagen, dentro de una tabla de atributos que se relaciona directamente con las entidades que representa, es así como a cada uno de los puntos que simboliza un hidrante se le asignó la respectiva imagen para que, al dar clic sobre este, se pueda visualizar el formato con la información correspondiente.

Teniendo en cuenta la localización de cada hidrante sobre el mapa de uso de suelo, se le asignó un radio de acción, calculado como la mitad de la separación máxima entre hidrantes permitida por el RAS2017, dependiendo de la zona en la cual se encuentre, tal como se ve en la figura 47.

Mediante el uso de la herramienta de geo-procesamiento denominada “Zona de Influencia” o “Buffer”, se creó un círculo alrededor de cada hidrante de acuerdo a su radio de acción, permitiendo identificar las zonas que se encuentran muy alejadas de estos elementos, y los sitios donde se presenta una gran densidad de ellos. (Ver Figura 48)

Una vez realizado el diagnóstico del estado físico operativo y de distribución de los hidrantes, se elaboró una propuesta de mejoramiento de la red que optimice la distribución de los hidrantes, teniendo en cuenta la demanda por el tipo de uso de suelo en cada zona y la separación máxima permitida por el reglamento vigente; para plantear dicha propuesta, se hizo uso del software ArcGIS®, planteando puntos estratégicos en el sector de estudio en las intersecciones viales. (Ver Figura 49). Además, se planteó un presupuesto de la inversión que debe realizarse para implementar la propuesta anteriormente descrita (Ver Figura 50), los respectivos análisis de precios unitarios para estimar el valor de cada una de las actividades de obra se encuentra en el Anexo D.

Con respecto a la administración del proyecto, incluye el personal profesional de obra y ambiental para la ejecución del mismo (Ingeniero Civil Residente e Ingeniero Ambiental), los cuales tienen como finalidad asegurar que se cumplan los parámetros técnicos establecidos por las normativas vigentes en los procesos constructivos y ambientales en la ejecución de cada una de las actividades de obra, también, la administración incluye todos los gastos de oficina, personal administrativo y documentos legales (pólizas contractuales y de cumplimiento) que hayan lugar para hacer la respectiva contratación.

No obstante, se localizaron las edificaciones dentro de la comuna I, las cuales posee un sistema contra incendios y aquellas que no lo poseen con el objeto de verificar que cantidad de edificaciones cuentan con la normativa vigente contra incendios. (Ver Figura 51)

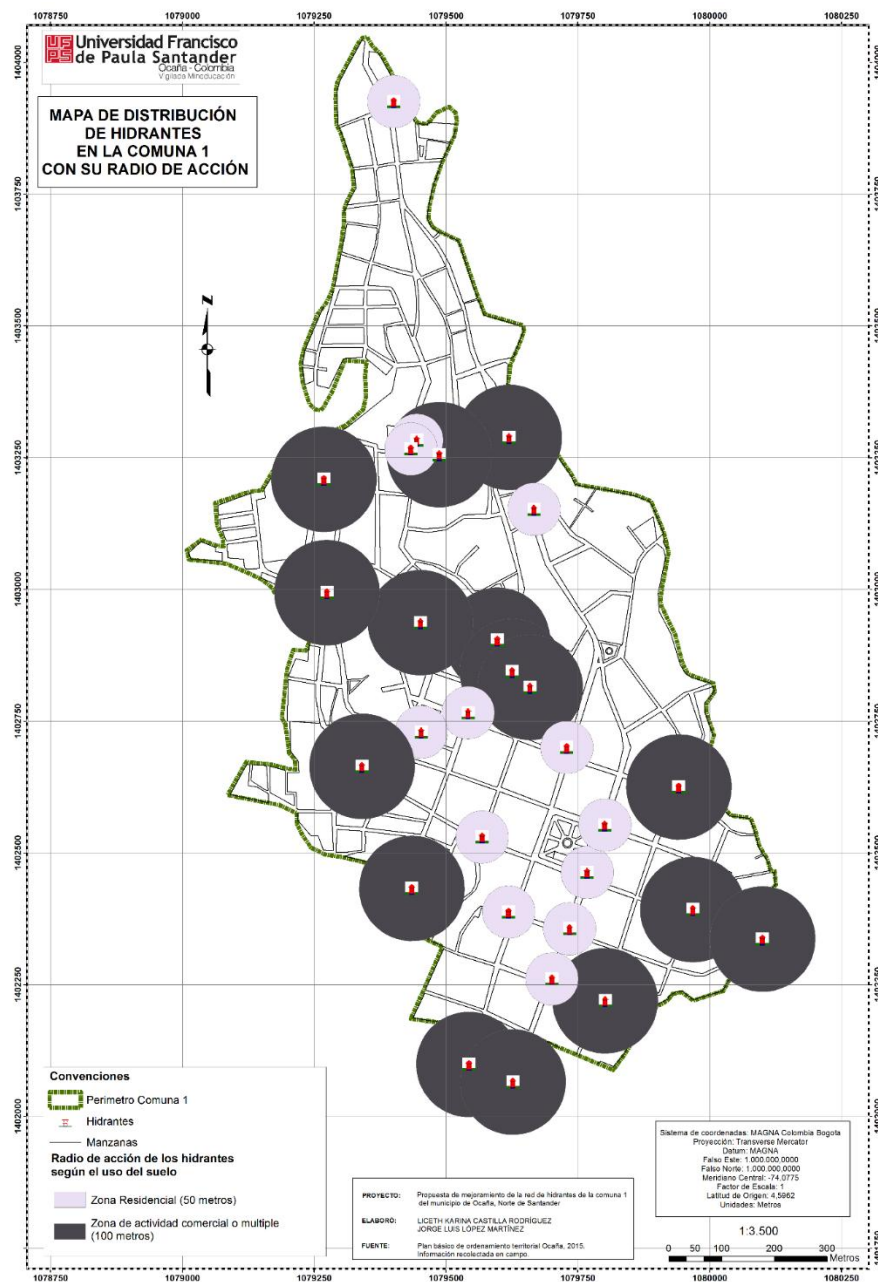


Figura 48. Mapa del radio de acción de cada hidrante de la comuna 1.
Fuente. Autores

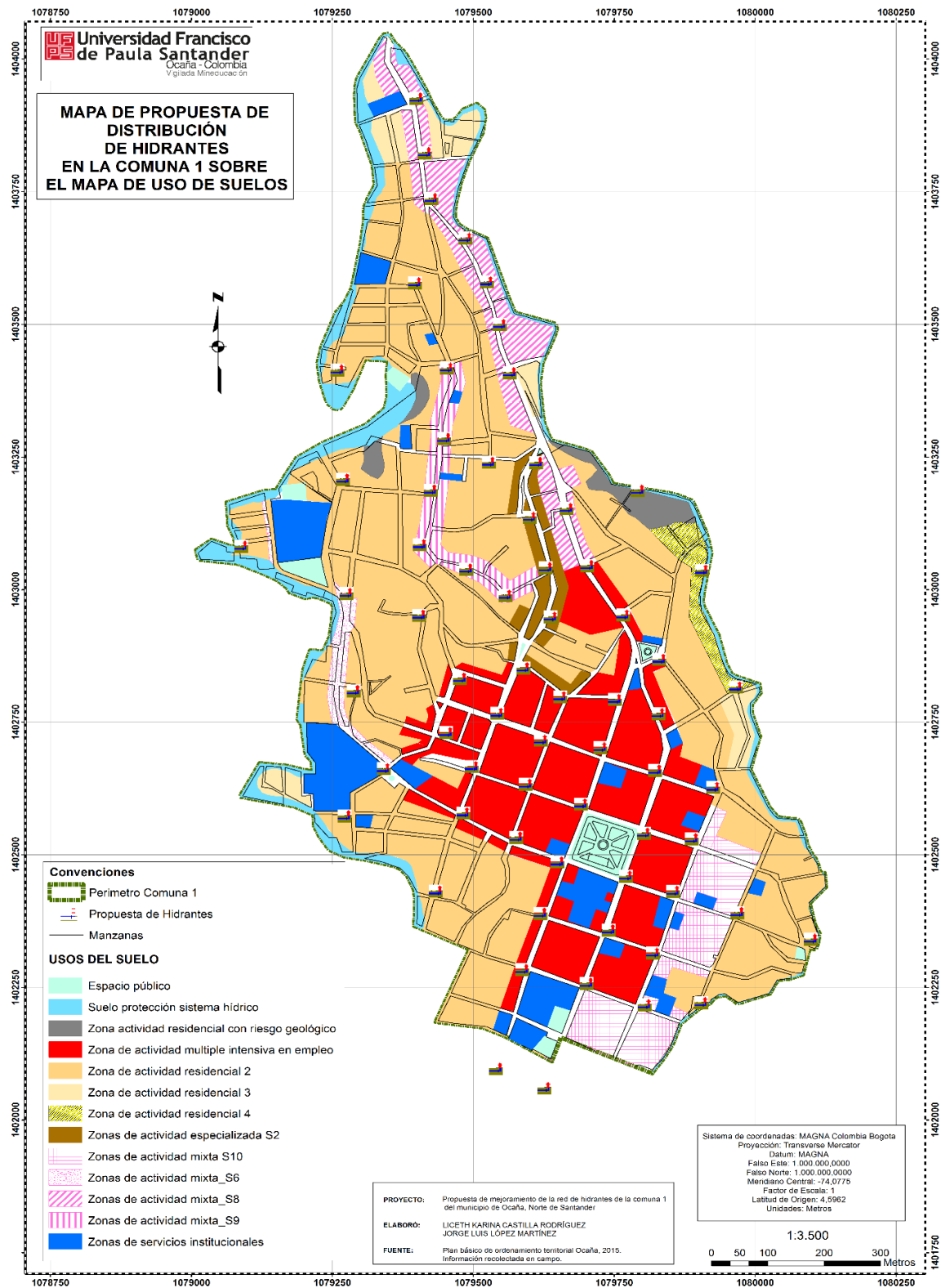


Figura 49. Mapa de propuesta de distribución de hidrantes en la comuna I, sobre el uso de los suelos.
Fuente. Autores

| PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA | | | | | | |
|------------------------------------|--|------------|-------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UND | CANT | VR. UNIT | VR. TOTAL | VR. CAP |
| 1,0 | PRELIMINARES | | | | | \$ 6,498,004 |
| 1,1 | Localización y replanteo | m2 | 138.00 | \$ 47,087 | \$ 6,498,004 | |
| 2,0 | DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS | | | | | \$ 16,077,803 |
| 2,1 | Demolición de pavimento rígido e=0.2 m | m2 | 122.00 | \$ 47,087 | \$ 5,744,613 | |
| 2,2 | Demolición de pavimento flexible | m3 | 1.50 | \$ 21,703 | \$ 32,554 | |
| 2,3 | Demolición de bordillos en concreto | ml | 23.00 | \$ 12,427 | \$ 285,825 | |
| 2,4 | Demolición de pisos y andenes | m2 | 13.00 | \$ 16,457 | \$ 213,944 | |
| 2,5 | Retiro de sobrantes y escombros | m3 | 250.00 | \$ 39,203 | \$ 9,800,867 | |
| 3.0 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | \$ 28,782,934 |
| 3.1 | Excavación manual sin calificar | m3 | 220.50 | \$ 35,109 | \$ 7,741,461 | |
| 3.2 | Relleno con material seleccionado | m3 | 220.50 | \$ 95,426 | \$ 21,041,473 | |
| 4.0 | INSTALACIÓN DE HIDRANTES | | | | | \$ 114,305,731 |
| 4.1 | Instalación de hidrantes | und | 42.00 | \$ 2,714,084 | \$ 113,991,509 | |
| 4.2 | Pintura de hidrantes existentes | und | 4.00 | \$ 78,556 | \$ 314,223 | |
| 5.0 | ESTRUCTURAS EN CONCRETO | | | | | \$ 17,275,475 |
| 5,1 | Pavimento rígido e=0,2 m | m2 | 122.00 | \$ 121,154 | \$ 14,780,749 | |
| 5,2 | Andenes y pisos en concreto | m2 | 13.00 | \$ 102,275 | \$ 1,329,573 | |
| 5,3 | Bordillos en concreto | ml | 23.00 | \$ 50,659 | \$ 1,165,153 | |
| COSTO DIRECTO | | | | | | \$ 182,939,948 |
| COSTO INDIRECTO (AIU (30%)) | | | | | | \$ 54,881,984 |
| COSTO TOTAL | | | | | | \$ 237,821,932 |

Figura 50. Presupuesto para la propuesta de distribución de hidrantes en la comuna I.
Fuente. Autores

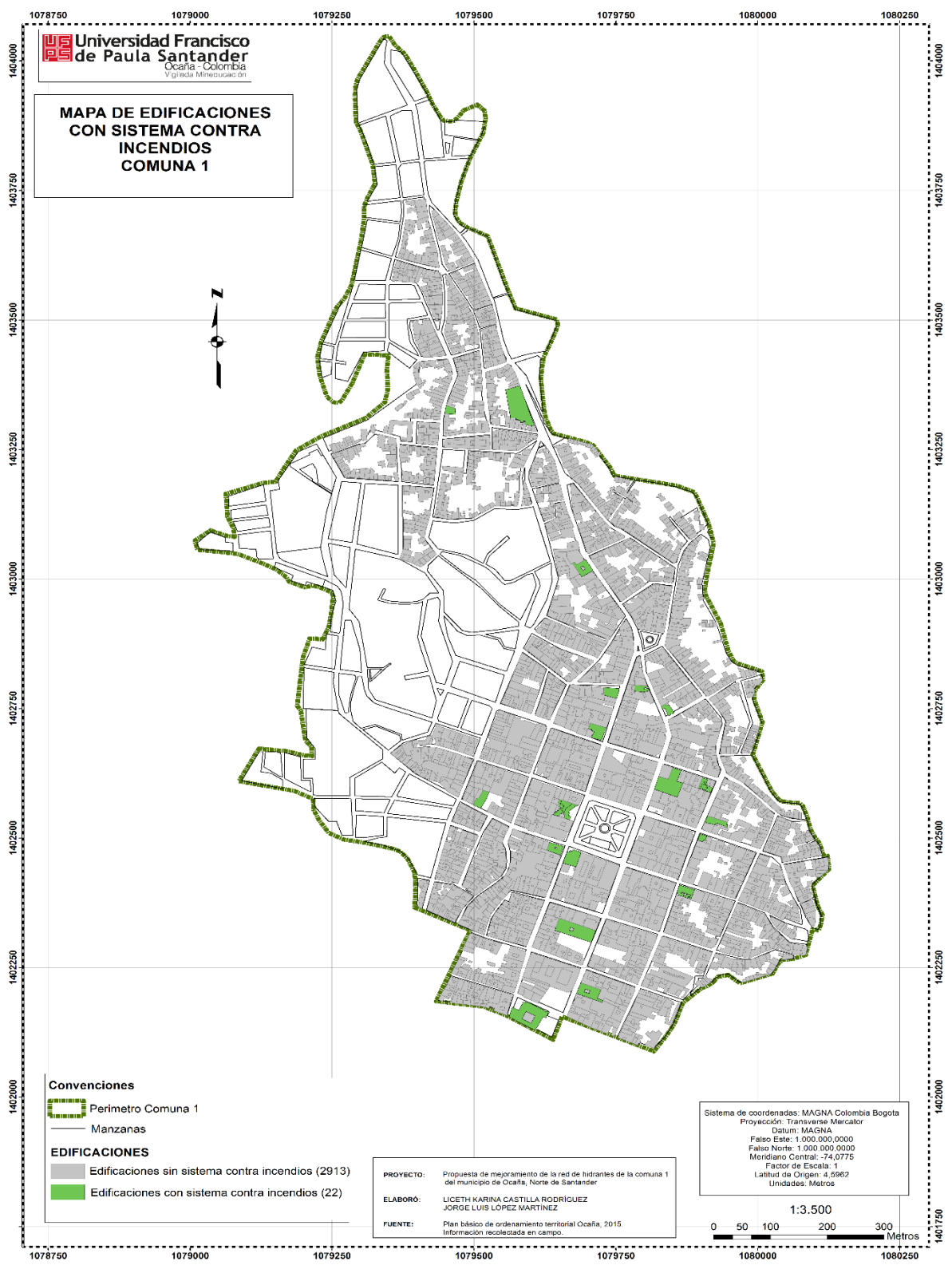


Figura 51. Mapa de edificaciones de sistema contra incendios comuna I. Fuente. Autores

5.2 Limitaciones

Al ser necesario el acompañamiento de bomberos para comprobar el funcionamiento de los hidrantes, se generó retraso en el trabajo de campo.

No se contó con un instrumento de precisión con el cual se pudiera medir la presión del agua en los hidrantes.

Al no existir un registro o base de datos con la cantidad y funcionalidad de los hidrantes en la comuna 1 se tuvo que acudir a los órganos encargados, en este caso a la oficina del Consejo de Gestión del Riesgo y de Desastres y al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ocaña.

No se pudo realizar una evaluación de cada uno de los sistemas contra incendio de las edificaciones pues la administración y dueños de las mismas no lo permitieron por temas de índole legal.

Capítulo 6. Conclusiones

Se concluye que los objetivos esperados en el desarrollo de la tesis se han cumplido; se ha logrado cuantificar e inspeccionar cada uno de los hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña y con esto generar el diagnostico actual de la red, comparando la información recopilada con la normativa vigente, para finalmente, determinar un mejor modelo de la red de hidrantes, usando el software ArcGIS® con su respectiva propuesta económica en caso que se desee implementar.

En conclusión, dentro del sistema de hidrantes de la comuna 1 del municipio de Ocaña, que corresponde a 29 en total, su mayoría (27) tienen un funcionamiento normal, pues de ellos se puede obtener agua en caso de ser necesario su servicio, sin embargo, algunos de ellos son antiguos, presentando en su estructura deterioro, desgaste, oxido o falta de alguna de sus tapas.

Se presentan situaciones aisladas como el caso del hidrante ubicado en la calle 10 con carrera 11, barrio Miraflores, en el cual se encuentran obstruidas sus salidas, puesto que se realizó una nueva construcción, subiendo el nivel del andén donde este se encuentra, dejándolo inhabilitado, esto por mencionar un caso, ya que dentro de los hallazgos y resultados se hace una especificación de cada hidrante.

La falta de conocimiento de las normas del uso de estos implementos de servicio público, al igual que la falta de cultura, hace que la estructura del hidrante se afecte o se modifiquen características que son esenciales para su manejo o identificación, como son los casos del hidrante ubicado en la calle 13 con carrera 12 (esquina de Comultrasan) que fue pintado,

perdiendo su color rojo distintivo y el hidrante ubicado en la calle 8 con carrera 14, barrio el mercado donde los vendedores ambulantes generalmente lo mantienen obstruido y poco visible.

Se concluye también, que los hidrantes dentro de la comuna central José Eusebio Caro del municipio de Ocaña, no se encuentran distribuidos de manera uniforme y las distancias no son las conformes a la norma, presentando zonas dentro del área de estudio ausencia de hidrantes (parte norte y oeste de la comuna) y en la zona céntrica de la misma demasiados elementos.

Se vio necesario la creación de una base de datos de los hidrantes de la comuna en estudio, con toda la información necesaria, como localización, tipo de hidrante, funcionamiento, estado de válvula y salidas y observaciones generales.

Actualmente la mayoría de las edificaciones de la comuna I no cuentan con un sistema contra incendios, por ende, los entes gubernamentales deben exigir la implementación de estos, con el fin de evitar calamidades humanas y materiales en caso de presentarse un incendio.

Capítulo 7. Recomendaciones

Como recomendaciones del trabajo de investigación “propuesta de mejoramiento de la red de hidrantes de la comuna uno del municipio de Ocaña Norte de Santander” se puede mencionar que es conveniente:

Mantener actualizado por parte de la empresa de servicios públicos ESPO.SA, el Concejo Municipal de Atención de Riesgos y Desastres y el cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio, el registro de los hidrantes con sus características físicas y de funcionamiento para evitar que, a causa del deterioro de los mismos, en caso de una emergencia, no se pueda atender oportunamente.

Hacer una revisión periódica de los hidrantes ubicados en la comuna uno por parte de los Bomberos y supervisar que el color del que se encuentren pintados sea el adecuado según su caudal.

Capacitar a funcionarios de la empresa de servicios públicos ESPO.SA en el uso del software ArcGIS para que por medio de su aplicación se logre actualizar la información de la distribución de los hidrantes teniendo en cuenta el radio de acción de cada uno y la normatividad vigente.

Plantear y ejecutar las obras necesarias para la reubicación, localización y distribución de nuevos hidrantes dentro de la comuna uno del municipio de Ocaña, con el fin de cubrir la extensión de este territorio bajo la normatividad vigente y la necesidad del contexto.

Capítulo 8 Referencias

- Alcaldía de Ocaña. (febrero de 2015). *Ocaña Region turistico* . Obtenido de Municipio de Ocaña: <http://www.ocanaturistica.com/ocana/>
- Alcarráz Fernández , E. (2014). *Diseño de sistema de protección contra incendios con agua para el centro comercial Open Plaza Primavera*. Lima- Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Arévalo Ascanio, J., & Carrascal Pacheco, M. (2012). *CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EMPRESARIAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA*. Obtenido de *CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EMPRESARIAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA.*:
[http://www.udi.edu.co/congreso/historial/congreso_2012/ponencias/administracion/caracterizacion%20de%20la%20actividad%20economica%20empresarial%20oca%C3%B1a.p df](http://www.udi.edu.co/congreso/historial/congreso_2012/ponencias/administracion/caracterizacion%20de%20la%20actividad%20economica%20empresarial%20oca%C3%B1a.pdf)
- Cedillo Gómez, I. (2011). *Diseño del sistema de bombeo de agua contra incendios para una Instalación Petrolera*. México Distrito Federal.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*. (2012). Obtenido de Plan municipal de gestión de riesgo de desastres: http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/_plan_municipal_de_gestin_del_riesgos_de_ocaa_ns.pdf_.pdf
- Consornoc*. (2010). Obtenido de Contribuyendo al desarrollo regional OCAÑA NORTE DE SANTANDER: http://consornoc.org.co/wp-content/uploads/2014/11/cartilla-ocana_1.pdf

Escobar Dávila, N. (2013). *Propuesta De Diseño Para El Sistema De Combate Contra Incendios Del Edificio Del Instituto De Fomento Municipal*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fajardo Fragoso, J. (2009). *Diseño, instalación y puesta en operación de un sistema de protección contra incendios en la planta FEMSA Coca-Cola en Apizaco, Tlaxcala*. México, D.F: Instituto Politécnico Nacional .

Jaime, A., & Moncada, P. (2016). *Hidrantes y redes contra incendios* . Obtenido de Revista NFPA:
<http://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/424-hidrantes-y-redes-contra-incendios>

Muñoz, O. (2008). *El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Páez García, L. (2007). *El mercado publico de Ocaña*. Obtenido de Cronica de Una tragedia:
http://laplayadebelen.org/LUIS_EDUARDO_PAEZ_GARCIA/MERCADO/FUEGO.html

Santillán Delgado, M. (2013). *Desarrollo Y Estudio De Un Sistema Contra incendio Para La Envasadora De Glp Shushufindi*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.

TIEMPO, E. (2000 de 17 de Junio). *EL TIEMPO*. Obtenido de EL TIEMPO:
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1267544>

Apéndices

Apéndice A. Formato de diagnóstico individual de hidrantes comuna 1 Ocaña, Norte de Santander.

[Ver archivo adjunto.](#)

Apéndice B. Base de datos en ArcGIS®

[Ver archivo adjunto.](#)

Apéndice C. Mapas elaborados para el análisis y realización de este proyecto.

[Ver archivo adjunto.](#)

Apéndice D. Presupuesto y análisis de precios unitarios para la propuesta de la nueva distribución de la red de hidrantes de la comuna I del municipio de Ocaña.

[Ver archivo adjunto.](#)