



Diseño de un mapa georreferenciado de hidrantes para el fortalecimiento del plan de emergencias del Cuerpo de Bomberos de Girardot

Asesor(a)

Bertha Elisa Violet Martelo

Mauricio Villalba

Autores

Jayarid Lovera Diaz

Ángel Davian Fontalvo López

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Girardot (Cundinamarca)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

Mayo de 2025

Diseño de Mapa Georreferenciado de Hidrantes para el Plan de Emergencias del  
Cuerpo de Bomberos de Girardot

Autores

Jayarid Lovera Diaz

Ángel Davian Fontalvo López

Monografía presentado como requisito para optar al título de Administrador en Salud  
Ocupacional

Asesor(a)

Bertha Elisa Violet Martelo

Mauricio Villalba

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Girardot (Cundinamarca)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

mayo de 2025

## Dedicatoria

Dedicamos este proyecto con profunda gratitud, amor y compromiso a aquellos seres que han sido soporte y luz a lo largo de este proceso académico y personal.

Dedico este logro a mi hija, quien es mi mayor motivación para avanzar con firmeza y determinación; a mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo, entrega y apoyo incondicional durante mi formación profesional. Sin su respaldo constante, este camino no habría sido posible. Jayarid Lovera

A mi mamá, papá y hermanos, quienes con amor, sacrificio y sabias enseñanzas sembraron los valores que hoy me sostienen no solo como profesional, sino también como ser humano. A ellos, gracias por confiar, por orientar y por estar presentes en cada etapa del camino.

De manera especial, a mis hermanos César, quien desde su experiencia como bombero fue la chispa inicial que dio vida a este proyecto, y a Juan, compañero de vocación, que representa la valentía, la entrega y el compromiso del servicio.

Ángel Fontalvo

De igual forma, extendemos esta dedicatoria al Cuerpo de Bomberos Oficiales de Girardot, a los diez hombres y una mujer que, día y noche, con honor y determinación, arriesgan sus vidas para salvaguardar la vida, los bienes y el medio ambiente de los girardoteños y demás comunidades que lo requieran.

Este proyecto no solo busca responder a una necesidad operativa, sino que nace de un profundo sentido de responsabilidad, pertenencia y vocación de servicio hacia nuestra querida ciudad de Girardot.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este propósito que hoy se materializa.

## Agradecimientos

Al Dios de vida, por habernos concedido la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa académica, que representa no solo un logro profesional, sino también personal y familiar.

A nuestras familias, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante en cada momento del proceso. Su presencia ha sido fundamental en los momentos difíciles, y su fe en nosotros nos impulsó a continuar, incluso cuando parecía complejo seguir.

A nuestros profesores, quienes formaron parte esencial de nuestra formación a lo largo de la carrera. Cada clase, cada orientación y cada palabra de motivación dejaron una huella significativa en nuestro desarrollo académico y personal. Gracias por su vocación, por su exigencia formativa y por enseñarnos no solo desde el conocimiento, sino también desde el ejemplo humano y profesional.

A nuestros compañeros de promoción, quienes, al igual que nosotros, enfrentaron retos y celebraron logros durante estos años de formación. A ustedes, gracias por compartir el camino, por el aprendizaje conjunto y por construir en equipo una etapa que quedará marcada en nuestras memorias y corazones.

A quienes, por distintas circunstancias de la vida, no pudieron finalizar el proceso académico, va también nuestro respeto, admiración y mensaje de esperanza: que cada uno pueda retomar sus sueños en el momento adecuado. Este logro también está dedicado a ustedes.

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por brindarnos un espacio de formación integral y por fomentar la construcción de proyectos con impacto social y sentido ético.

Finalmente, agradecemos de manera muy especial al Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot, por permitirnos integrar el conocimiento académico con la experiencia práctica, y por ser, sobre todo, fuente de inspiración y vocación de servicio.

Este proyecto refleja el resultado de una construcción colectiva, de aprendizajes compartidos y de un profundo sentido de responsabilidad social.

## Contenido

Lista de Tablas .....	7
Lista de figuras .....	8
Resumen .....	9
Abstract.....	11
Introducción.....	13
Planteamiento del problema.....	14
Justificación.....	16
<i>Objetivos</i> .....	<i>18</i>
Objetivo general .....	18
<i>Marco referencial</i> .....	<i>19</i>
Marco contextual .....	19
Marco Teórico.....	19
<i>Marco Conceptual</i> .....	<i>22</i>
Estado del arte.....	25
<i>Marco legal y normativo</i> .....	<i>30</i>
Metodología .....	33
Enfoque.....	34
Alcance .....	34
Población.....	35
<i>Muestra</i> .....	<i>35</i>
Técnicas .....	35
Instrumentos .....	36
Variables e indicadores .....	37
Procesos y Procedimientos .....	38
Análisis de necesidades operativas y disponibilidad de hidrantes.....	40
Bibliografía .....	66

## Lista de Tablas

Tabla 1 Descripción de la legislación que regula la gestión del riesgo, la protección contra incendios y la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), aplicable al presente proyecto de investigación. ....	33
Tabla 2 Variables e indicadores relacionados con la experiencia, uso de hidrantes y percepción del personal bomberil sobre la operatividad y el mapa georreferenciado en Girardot, Cundinamarca. ...	38

## Lista de figuras

Figura 1 Distribución por edad del personal encuestado.....	40
Figura 2 Años de experiencia del personal como bomberos.....	41
Figura 3 Distribución del cargo actual del personal encuestado.....	42
Figura 4 Estación o sector de prestación de servicio del personal encuestado .....	42
Figura 5 Frecuencia de uso de hidrantes en intervenciones reales durante el último año .....	43
Figura 6 Conocimiento sobre la existencia y accesibilidad de un mapa de hidrantes en la estación o entidad municipal .....	43
Figura 7 Frecuencia de uso de mapas georreferenciados (GPS/Google Maps/SIG) en intervenciones del Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot .....	44
Figura 8 Porcentaje de hidrantes en buen estado y operativos según la experiencia del personal. ....	46
Figura 9 Problemas reportados en hidrantes según percepción del personal .....	46
Figura 10 Frecuencia recomendada para la inspección y mantenimiento de hidrantes .....	47
Figura 11 Facilidad de acceso a los hidrantes en intervenciones urbanas según experiencia del personal .....	48
Figura 12 Principales obstáculos para el acceso rápido a los hidrantes según el personal.....	49
Figura 13 Información preferida por el personal para incluir en el mapa de hidrantes .....	50
Figura 14 Formatos preferidos para acceder al mapa de hidrantes en situaciones de emergencia .....	51
Figura 15 Importancia de la actualización en tiempo real del estado de los hidrantes desde campo .....	52
Figura 16 Capacitación recibida sobre ubicación y uso de hidrantes .....	53
Figura 17 Preferencias de capacitación práctica sobre hidrantes y herramientas asociadas .....	54
Figura 18 Percepción del impacto de un mapa georreferenciado actualizado en la eficiencia de respuesta .....	55
Figura 19 Prioridad de acciones para optimizar la red de hidrantes.....	56
Figura 20 Impacto de la falta de información sobre hidrantes en las intervenciones .....	57
Figura 21 Propuestas de mejoras para el mapa de hidrantes y su uso operativo .....	58

## Resumen

El presente proyecto propone el diseño e implementación de un mapa digital georreferenciado de los hidrantes del municipio de Girardot, Cundinamarca, como una herramienta tecnológica para optimizar los tiempos de respuesta del Cuerpo Oficial de Bomberos durante la atención de emergencias por incendios.

Actualmente, la institución carece de un sistema actualizado que registre con precisión la ubicación de los hidrantes, lo cual ocasiona retrasos operativos críticos y afecta la seguridad de la población, sus bienes y el entorno ambiental.

La solución propuesta consiste en la construcción de una plataforma interactiva mediante Google Maps, alimentada con datos geospaciales recolectados directamente en campo mediante dispositivos GPS, registros fotográficos y observaciones técnicas. Esta información será sistematizada y validada en conjunto con el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del municipio de Girardot.

El estudio se desarrolla bajo un enfoque mixto, con métodos cuantitativos y cualitativos, y adopta un diseño descriptivo y proyectivo. La población objeto corresponde a la totalidad de los hidrantes del municipio, aplicando una muestra censal. El tratamiento de los datos se realizará mediante hojas de cálculo y su integración a un Sistema de Información Geográfica (SIG) de libre acceso.

Desde una perspectiva técnica, la propuesta es económicamente viable, tecnológicamente factible y está alineada con las políticas nacionales y territoriales en materia de gestión del riesgo y modernización institucional. Se prevé como resultado principal un mapa

interactivo consultable en tiempo real desde dispositivos móviles y computadoras, que permitirá localizar el hidrante más cercano.

El proyecto contribuye directamente al fortalecimiento institucional del Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot, mejorando su capacidad de planificación y respuesta ante emergencias. Asimismo, esta herramienta se integra como componente clave del Plan de Emergencias de la institución, contribuyendo al fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), al mejorar la respuesta frente a incidentes críticos y proteger la vida e integridad de las unidades bomberiles.

**Palabras clave:** Bomberos, Emergencias por incendios, Girardot, Hidrantes, Mapa digital, Plan de emergencias, Sistema de información geográfica (SIG).

## **Abstract**

This project proposes the design and implementation of a georeferenced digital map of the fire hydrants in the municipality of Girardot, Cundinamarca, as a technological tool to optimize the response times of the Official Fire Department during fire emergency situations.

Currently, the institution lacks an updated system that accurately records the location of hydrants, which leads to critical operational delays and compromises the safety of the population, their property, and the surrounding environment.

The proposed solution involves the development of an interactive platform through Google Maps, powered by geospatial data collected directly in the field using GPS devices, photographic records, and technical observations. This information will be systematized and validated in coordination with the operational personnel of the Girardot Fire Department.

The study follows a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative methodologies, and adopts a descriptive and projective research design. The target population includes all hydrants in the municipality, applying a census sampling method. Data processing will be conducted using spreadsheets and integrated into an open-access Geographic Information System (GIS).

From a technical standpoint, the proposal is economically viable, technologically feasible, and aligned with national and territorial policies related to risk management and institutional modernization. The expected main outcome is an interactive map accessible in real time from mobile devices and computers, enabling the identification of the nearest hydrant.

The project directly contributes to the institutional strengthening of the Official Fire Department of Girardot by enhancing its planning and emergency response capabilities.

Additionally, this tool is integrated as a key component of the institution's Emergency Plan, supporting the improvement of the Occupational Health and Safety Management System (SG-SST) by enhancing the response to critical incidents and protecting the lives and safety of firefighting personnel.

**Keywords:** fire hydrants, Girardot, GIS, georeferencing, emergency response, public safety, risk management.

## Introducción

El municipio de Girardot, Cundinamarca, enfrenta un reto significativo en sus prácticas de gestión y respuesta ante emergencias, particularmente en lo relacionado con la ubicación de los hidrantes. Los Bomberos Oficiales del municipio no cuentan con un sistema efectivo y actualizado que permita registrar de manera precisa la localización de los hidrantes distribuidos en el territorio. Esta carencia de información georreferenciada obstaculiza las labores operativas durante la atención de emergencias relacionadas con incendios.

La ausencia de un mecanismo preciso para identificar la ubicación de los hidrantes más cercanos al lugar de la emergencia puede ocasionar demoras críticas en la respuesta operativa. Lo anterior, considerando que el Cuerpo de Bomberos no dispone de información exacta sobre cuál es el hidrante más próximo para reabastecer las máquinas. Estas demoras pueden incrementar significativamente el tiempo de reacción ante situaciones críticas, lo que reduce la eficacia en el control de incendios y pone en riesgo no solo la seguridad de los girardoteños, sino también los bienes materiales y el medio ambiente de la región.

Ante esta problemática, se evidencia la necesidad urgente de implementar una solución tecnológica que permita al Cuerpo Oficial de Bomberos contar con un sistema de localización eficaz y accesible, que facilite la ubicación de los hidrantes en tiempo real. Este trabajo tiene como objetivo plantear una solución innovadora que optimice la eficacia operativa de las unidades bomberiles en Girardot, mejorando así su capacidad de respuesta y, en consecuencia, contribuyendo a la protección de la población y su entorno.

## Planteamiento del problema

En la gestión eficiente del recurso hídrico contra incendios constituye un componente crítico en los sistemas de protección y respuesta ante emergencias a nivel mundial. Organismos internacionales, tales como National Fire Protection Association (NFPA) en su estándar NFPA 291 sobre prácticas recomendadas para la identificación de hidrantes y sistemas de distribución de agua, señalan que la ubicación estratégica, el mantenimiento y la accesibilidad de los hidrantes son factores determinantes para reducir los tiempos de respuesta y minimizar las pérdidas humanas, materiales y ambientales. De igual forma la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización Internacional de Trabajo (OIT), a través de sus lineamientos en seguridad y salud, enfatizan que la reducción de riesgos asociados a incendios requiere herramientas tecnológicas actualizadas que integren información geoespacial para la toma de decisiones oportunas. (NFPA., 2021)

Colombia cuenta con un marco normativo robusto en materia de gestión del riesgo y seguridad industrial, entre los que se destacan la Ley 1523 de 2012 (Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres), la Resolución 2400 de 1979 y la Ley 1575 del 2012 (Ley General de Bomberos). Estas normativas establecen la obligación de las autoridades territoriales y de los cuerpos de bomberos de garantizar la disponibilidad y el mantenimiento de los hidrantes, así como la articulación con los planes de emergencias institucionales y los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). Sin embargo, diferentes informes de la UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres) evidencian que gran parte de los municipios no cuentan con un inventario digital actualizado de sus hidrantes, lo que dificulta la planificación y ejecución de respuestas rápidas ante las ocurrencias de incendios. ((UNGRD), 2022)

En el departamento de Cundinamarca, el incremento de la urbanización y el crecimiento poblacional han generado una mayor demanda sobre los sistemas de abastecimiento y protección contra incendios. La Gobernación del departamento informó que durante los meses de sequía se presentaron 699 incendios forestales en 99 municipios, afectando 6.453,5 hectáreas durante el año del 2024. (Cundinamarca, 2024)

El municipio de Girardot, reconocido como centro turístico y comercial estratégico en Cundinamarca, la situación adquiere especial relevancia. El Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot (COBG) enfrenta limitaciones para acceder a un inventario digital georreferenciado de los hidrantes, lo que genera demoras en la ubicación y uso de estos dispositivos durante emergencias. La dispersión de la información, la falta de actualización en la base de datos y la carencia de herramientas tecnológicas para integrar esta información con el SG-SST y el Plan de Emergencias institucional aumentan el riesgo de pérdidas de vidas humanas, afectación a bienes y el medio ambiente.

Ante este panorama, surge la necesidad de diseñar un mapa virtual georreferenciado de hidrantes que permita que el Cuerpo de Bomberos del municipio de Girardot, contar con una herramienta tecnológica precisa y actualizada para la localización, registro y control de estos elementos. De esta forma no solo se logra fortalecer la capacidad operativa frente a las emergencias por incendios, sino que también contribuirá a la articulación con los planes de prevención, mitigación y respuesta establecidos en el marco del SG-SST.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo puede la implementación de un sistema de georreferenciación de hidrantes fortalecer el plan de emergencias y la gestión del SG-SST en el Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot Cundinamarca?

## Justificación

La presente investigación se justifica en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) del Cuerpo Oficial de Bomberos, como una acción estratégica dentro del Plan de Emergencias Institucional, orientada a la protección de la vida y salud de las unidades bomberiles expuestas a riesgos durante la atención de incendios.

Actualmente, no se cuenta con un sistema confiable que permita identificar la ubicación de los hidrantes, lo cual expone a los bomberos a improvisaciones operativas, mayores tiempos de reacción y riesgos físicos como caídas durante los desplazamientos, lesiones por manipulación apresuradas de mangueras y quemaduras por exposición directa al fuego. Esta situación genera un entorno de trabajo vulnerable y reduce la eficacia de la respuesta institucional.

La implementación de un sistema de georreferenciación permitirá contar con una herramienta que facilite la toma de decisiones rápidas y efectivas durante una emergencia, optimizando el uso de recursos, minimizando los tiempos de exposición y fortaleciendo la capacidad de respuesta operativa del cuerpo de bomberos.

Este proyecto adquiere especial relevancia por su alineación con los principios establecidos en el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, que exigen la preparación y respuesta ante emergencias como componentes fundamentales del SG-SST. Asimismo, respalda los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, así como los planes departamentales y municipales de gestión del riesgo, y la Política Nacional del Servicio Bomberil.

Además, al integrar tecnologías accesibles como Google Maps, se democratiza el acceso a la información y se facilita la sostenibilidad del sistema en el tiempo, promoviendo así la mejora continua en las condiciones del entorno laboral.

De manera específica, el presente proyecto se integra como un componente operativo clave del Plan de Emergencias institucional del Cuerpo de Bomberos Oficiales de Girardot, contribuyendo a garantizar una respuesta oportuna, organizada y segura ante incidentes de incendios. La georreferenciación de hidrantes optimiza la etapa de respuestas, reduciendo el tiempo de localización de fuentes de abastecimiento de agua logrando mejorar la coordinación táctica en el terreno.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un sistema de georreferenciación de hidrantes en el municipio de Girardot, que fortalezca el Plan de Emergencias y la Seguridad operativa del Cuerpo Oficial de Bomberos, en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

### **Objetivos específicos**

Identificar la ubicación actual de los hidrantes instalados en el municipio de Girardot, Vinculando esta información al plan de emergencias para optimizar los tiempos de respuesta y garantizar condiciones seguras de intervención en el marco del SG-SST.

Analizar las necesidades operativas y de respuesta del Cuerpo Oficial de Bomberos en relación con la localización y disponibilidad de los hidrantes, considerando los riesgos y requerimientos establecidos en el Plan de Emergencias.

Elaborar un prototipo del sistema de georreferenciación que integre información geoespacial de los hidrantes, facilitando su uso como herramienta de apoyo a la gestión del Plan de Emergencias y el fortalecimiento de las medidas preventivas del SG-SST.

## **Marco referencial**

### **Marco contextual**

El cuerpo oficial de bomberos de Girardot, ubicado en el departamento de Cundinamarca, es una entidad de carácter oficial; cuya misión principal es la prevención, atención y control de emergencias, incluyendo incendios, rescates en todas sus modalidades y atención de incidentes con materiales peligrosos.

Su área de cobertura comprende el casco urbano y la zona rural del municipio, así como el apoyo interinstitucional a localidades cercanas y municipios donde se tienen convenios con las administraciones, en caso de emergencias de grandes magnitudes. La institución cuenta con la infraestructura operativa que incluye una estación central ubicada en el B/ Granada Cr 8 calle 19, vehículos de control de incendios como maquinas cisternas y de desplazamiento rápido.

En los últimos años, la creciente urbanización, el aumento de flujo vehicular, las condiciones climáticas extremas y la complejidad de las redes de distribución de agua han incrementado la necesidad de optimizar la localización y el acceso a los recursos hídricos, como los hidrantes; para garantizar tiempos de respuesta más cortos y mayor eficiencia en las operaciones.

Desde este contexto surge la importancia de implementar herramientas tecnológicas, como los sistemas de información geográfica (SIG), para fortalecer la gestión de riesgo y mejorar la toma de decisiones en tiempo real del Plan de Emergencias de la institución.

### **Marco Teórico**

#### **Características de los sistemas de información geográfica (SIG)**

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas informáticas diseñadas para capturar, almacenar, analizar gestionar y presentar datos georreferenciados, es decir información vinculada a una ubicación específica en la superficie (Burrough & McDonnell,

1998) Su utilidad radica en la capacidad de integrar datos de diversas fuentes para generar mapas temáticos, análisis espaciales y modelamientos predictivos que facilitan la toma de decisiones en diferentes campos, incluyendo la gestión de emergencias.

Los componentes que integran un SIG son diversos y abarcan tanto aspectos técnicos, como humanos. Encontramos datos espaciales, los cuales están compuestos por coordenadas, mapas, imágenes satelitales, complementados por datos atributivos, que corresponden a la información descriptiva vinculada a cada elemento geográfico.

De acuerdo con lo anterior, el sistema requiere software especializado para procesar y analizar la información, además del hardware que incluye equipos de cómputo, dispositivos GPS y servidores, los cuales son esenciales para su funcionamiento. Igualmente, es indispensable la participación del factor humano, ya que los profesionales son quienes interpretan y transforman los datos en información útil para la toma de decisiones (: Longley, 2015).

Desde la gestión del riesgo, los SIG no se limitan únicamente a la ubicación de los elementos de interés en la región; a su vez facilitan modelar entornos de riesgo, logrando así evaluar la accesibilidad a lugares críticos para ordenar las respuestas según su importancia. Como lo plantea la integración desde los planes de emergencias con constituye exclusivamente una medida continua al interior del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). (ESRI, 2020).

La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en situaciones de emergencia ha demostrado ser un recurso esencial para planificar la respuesta, ya que permite ubicar recursos clave como hidrantes, estaciones de bomberos, hospitales, puntos de encuentro y rutas de evacuación. Además, facilita el análisis de rutas que reduzcan los tiempos

de desplazamiento y contribuye a la identificación de zonas vulnerables mediante datos históricos e información en tiempo real, lo que fortalece la toma de decisiones (Cova T. J., 1999).

“Estudios recientes confirman que la aplicación de SIG, en los cuerpos de bomberos contribuye a reducir notablemente los tiempos de arribo al lugar de la emergencia, lo anterior permitiendo mejorar la asignación de los recursos” (Cheng & Adepeju, 2014).

El plan de emergencias es un documento técnico y operativo que establece procedimientos, recursos y responsabilidades para la atención de incidentes en una organización o territorio. De acuerdo con el Ministerio del Trabajo (2015), este plan debe contemplar el análisis de riesgos, la identificación de recursos, las rutas de evacuación y los protocolos de actuación.

Dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el plan de emergencias cumple un papel preventivo al reducir el impacto de eventos no deseados sobre la salud de los trabajadores y la continuidad de las operaciones. La incorporación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) fortalece la respuesta, optimiza el seguimiento de acciones y mejora la comunicación entre los equipos de atención (ICONTEC, 2018).

Las experiencias nacionales al igual que las internacionales evidencian que la adopción de SIG en los cuerpos de bomberos genera beneficios concretos. Entre estos se encuentra la reducción en los tiempos de localización de recursos hídricos la mejora en la planificación de rutas de suministro y regreso, junto con la supervisión en tiempo real de las unidades en operación. Con la posibilidad de contar con mapas de riesgos actualizados de manera permanente. Dichas ventajas no solo impactan la eficiencia operativa además refuerzan la

seguridad de la comunidad al mejorar la capacidad de reacción frente a las diversas emergencias.

### **Marco Conceptual**

El presente proyecto desarrolla la identificación, localización y registro de hidrantes mediante tecnologías de georreferenciación, integradas a un sistema de información geográfica SIG, estos conceptos, junto con la medición de tiempo de respuesta, la formulación de un plan de emergencias y el conocimiento técnico del hidrante, resultan fundamentales, para optimizar la atención de emergencias y garantizar la disponibilidad oportuna de los recursos hídricos.

### ***Sistema de Información Geográfica***

“Conjunto articulado de herramientas tecnológicas diseñadas para la captura, almacenamiento, análisis y visualización de información espacial, que permite gestionar datos geográficos de forma dinámica y facilitar la toma de decisiones operativas (: Longley, 2015).

### ***Hidrante***

Dispositivo conectado a la red de agua potable, empleado por los cuerpos de bomberos para acceder de forma oportuna al suministro hídrico, ya sea para el reabastecimiento de las máquinas o para la intervención directa en incendios (Congreso de la República de Colombia, 2012).

### ***Tiempo de respuesta***

“Período que transcurre entre la recepción de una llamada de emergencia y la llegada de las unidades al sitio del incidente (Fundación Internacional para la Protección de Bomberos, 2019).

## **Georreferenciación**

La georreferenciación es el proceso mediante el cual se asignan coordenadas geográficas a un objeto, imagen o conjunto de datos para situarlo en un sistema de referencia espacial específico, generalmente mediante latitud y longitud. (International, 2024)

### ***Plan de Emergencias***

“Método mediante el cual se asignan coordenadas geográficas a elementos o ubicaciones puntuales en la superficie terrestre, facilitando su representación dentro de un sistema espacial” (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2020).

Documento técnico integrado al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), que establece los procedimientos, recursos, roles y rutas de evacuación para atender eventos críticos. La georreferenciación de los hidrantes fortalece la capacidad de respuesta y control de emergencias, protegiendo la vida de los trabajadores y de terceros expuestos (Ministerio del Trabajo, 2015).

### ***Riesgo***

El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un evento adverso que provoque efectos negativos en las personas, bienes o el ambiente (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)).

### ***Emergencia***

Una emergencia se entiende como una situación imprevista que necesita intervención inmediata de los organismos de socorro para evitar consecuencias graves (pública, 2018).

***Vulnerabilidad***

La vulnerabilidad se refiere a las condiciones que incrementan la susceptibilidad de una comunidad o infraestructura a sufrir daños ante una amenaza (Lavell, 2003).

***Amenaza***

Una amenaza se define como un fenómeno, actividad o condición capaz de generar pérdidas en un área específica, ya sea por causas naturales, tecnológicas o humanas (Min ambiente, 2012).

***Mapa de riesgos***

El mapa de riesgos es una representación cartográfica que combina amenazas, vulnerabilidades y capacidades de respuesta en un territorio específico (Cardona, 2001).

***Accesibilidad***

La accesibilidad se refiere a la condición que facilita el desplazamiento rápido y seguro de las unidades de emergencia hacia el lugar del incidente (ESRI, 2020).

***Continuidad operativa***

La norma ISO 22301 (2019) define la continuidad operativa como la capacidad de una organización para sostener funciones críticas antes, durante y después de una emergencia, reduciendo los impactos. (NQA, 2019).

### **Recurso hídrico**

El recurso hídrico es considerado un bien natural conformado por aguas superficiales y subterráneas, destinado al consumo y a actividades de socorro (Hidrico, 2010)

### **Gestión de riesgos de desastres (GRD)**

La Ley 1523 (2012) define la gestión del riesgo como un proceso social orientado a prevenir, mitigar y responder a eventos peligrosos mediante políticas, estrategias y acciones coordinadas. (Colombia, 2012)

### **Estado del arte**

Por medio del presente, se recopilan estudios y publicaciones divulgados entre los años 2009 y 2024, vinculados con el uso de sistemas de información geográfica (SIG), localización geográfica y estudio espacial orientados a la gestión de emergencias y urgencias, con especial prioridad en los cuerpos de bomberos y la disponibilidad de los hidrantes en distintos municipios de Colombia y escenarios internacionales.

La revisión reúne aportes académicos, institucionales y basados en datos abiertos, los cuales muestran como la tecnología SIG, se ha convertido en un instrumento clave para mejorar la planeación, optimización de recursos y la reducción de tiempo de respuesta a emergencias.

En Palmira, Moya Vanegas (2016) desarrolló e implementó un sistema de información geográfica orientado a los Bomberos con el fin de mapear los recursos, las infraestructuras y los equipos disponibles para la atención de emergencias y urgencias. Este proceso permitió consolidar la información en una única plataforma digital, lo que aseguro una centralización y un acceso más oportuna y organizada a los datos necesarios para la gestión. Desde esta

vivencia se evidenció que la concentración de la información facilita una mejor organización en las operaciones de respuesta disminuyendo los tiempos de respuesta frente a incidentes de distinta magnitud. Asimismo, se pudo constatar que las herramientas tecnológicas no solo facilitan la operatividad cotidiana de los bomberos, sino que también fortalecen la planeación estratégica de las instituciones. En este sentido, el ejemplo de Palmira se convierte en un caso aplicado que demuestra como la incorporación de los SIG mejora la eficiencia y fortalece la capacidad operativa de los bomberos.(Vanegas, 2016).

Por su parte, que diseñó el prototipo denominado SIGBA-SACBA para los Bomberos de Armenia, formulado como una herramienta orientada a la consulta de información relacionada con hidrantes, emergencias atendidas e inventarios de recursos disponibles. Si bien correspondía a una versión inicial, la propuesta evidenció avances evidentes en la eficiencia administrativa y operativa, dado que el acceso digital y sistematizado a la información permitió un mejor control y seguimiento de las actividades. Los hallazgos obtenidos evidencian el valor que representan los sistemas de información geográfica en la gestión institucional; ya que hacen posible una administración más organizada, transparente y eficiente. De acuerdo con lo anterior, en el caso de Armenia evidencia como la digitalización de datos constituye un pilar fundamental para la transformación y actualización de las instituciones encaminadas a la gestión de emergencias. indica: (Gómez Villabón, 2009)

En un nivel regional, la Gobernación del Valle del Cauca, progresó en la construcción de una base de datos georreferenciada que integró información de los cuerpos de bomberos del departamento; dicho esfuerzo constituyó una contribución relevante para la planificación y estrategia ya que permitió identificar con claridad los recursos disponibles, la localización de las estaciones y las áreas sin cobertura en la atención de emergencias. De manera complementaria, la base de datos se convirtió en un instrumento para mejorar la coordinación entre municipios y fortalecer la cooperación interinstitucional en la región. Otro punto relevante

es que esta herramienta fomentó la transparencia institucional, al ofrecer datos de acceso público que pueden ser consultados tanto por entidades oficiales como por ciudadanos interesados. Dentro de este marco, la experiencia del Valle del Cauca demuestra como los SIG trascienden el ámbito técnico, ya que también desempeñan un papel social y político al favorecer la transparencia en rendición de cuentas y promover participación de la comunidad en temas de seguridad y la gestión del riesgo. (Cauca.)

En la ciudad de Bogotá, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado puso a disposición de la ciudadanía, a través de la modalidad de datos abiertos, la localización registrada de los hidrantes en la capital; el insumo se convierte en una herramienta estratégica para la gestión institucional, al facilitar a los organismos de emergencias y a los investigadores contar con información clara y real sobre la infraestructura urbana destinada a la seguridad. Al mismo tiempo, la publicación de esta base de datos representa un avance en términos de democratización del conocimiento y transparencia, ya que posibilita que la comunidad tenga acceso a información crítica que antes estaba restringida. Desde la esfera académica, los datos abiertos han construido un insumo clave para la realización de investigación aplicadas en urbanismo de seguridad pública y gestión de emergencias. De tal manera, se demuestra cómo la integración de los SIG y la política de datos abiertos aportan a una gestión más moderna, participativa y orientada a resultados específicos en materia de seguridad. (D.C., 2024).

Que aplicó un análisis espacial basado en SIG con la meta de evaluar la cobertura real de las estaciones de bomberos en Bogotá, tomando como punto de referencia diversos incidentes ocurridos en la capital. El análisis permitió identificar falencias importantes en la disposición de las estaciones, las cuales, en muchos casos; se hallaban alejadas de las áreas con mayores recurrencias de emergencias. Esta situación condujo a la recomendación de

realizar una redistribución estratégica de las estaciones, con el fin de reducir los tiempos de atención y garantizar una cobertura más equitativa en todo el territorio. El estudio también mostró que el uso de metodologías basadas en análisis espacial brinda evidencias claras para sustentar decisiones de política pública y asignación de recursos. El estudio refuerza la pertinencia de los sistemas de información geográfica como base fundamental para orientar la planificación urbana y garantizar la evolución continua de los servicios de atención de emergencias en grandes centros urbanos (Análisis espacial de la cobertura de atención de las Estaciones de Bomberos en la Ciudad de Bogotá, Colombia, usando herramientas SIG, 2020).

En la ciudad de Manizales, el programa Guardianes del Agua, liderado por la Alcaldía y la empresa Aguas de Manizales, elaboró un proceso de georreferenciación y mantenimiento de alrededor 1.000 hidrantes localizados en el área urbana. Esta iniciativa no solo permitió el fortalecimiento a la infraestructura disponible para la atención de emergencias, sino que también contribuyó notablemente la capacidad operativa de los bomberos de la región. Al integrar la información de manera organizada en una base de datos digital, se logró consolidar un insumo útil tanto para la gestión preventiva como para la respuesta inmediata ante incidentes. El estudio evidencia que la cooperación entre la administración local y las empresas de servicio públicos desempeña un papel fundamental en la gestión de riesgo. Además, constituye un ejemplo de buenas prácticas que puede ser replicado en otras ciudades del país con el fin de garantizar una infraestructura segura y funcional. Así, la experiencia de Manizales demuestra el valor de combinar tecnología, gobernanza y participación social en beneficio de la seguridad ciudadana Según (Aguas de Manizales S.A. E.S.P., 2023).

Se realizó un estudio de alcance nacional en Colombia que utilizó sistemas de información geográfica y datos satelitales para mapear la infraestructura de agua y saneamiento. Aunque el objetivo central no fue el análisis de hidrantes, la investigación evidenció la aplicabilidad de estas herramientas en la planificación y administración de

infraestructuras críticas. Este análisis hizo posible reconocer las zonas con mayores limitaciones en la cobertura y formular recomendaciones dirigidas a fortalecer la equidad en el acceso a los servicios. Su valor principal radica en demostrar que el uso de SIG puede trascender un sector específico y extenderse a diferentes esferas de la gestión estatal y empresarial. Así, el trabajo de Dejito y colaboradores contribuye a ampliar la visión sobre el potencial de estas herramientas radica en que su utilidad no se circunscribe a la atención de emergencias urbanas, sino que también resulta pertinente en el diseño de políticas de desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida de las poblaciones. (Dejito, y otros, 2021).

Plantearon un modelo de optimización espacial orientado a la localización de estaciones de bomberos en entornos urbanos; tomando como base proyecciones de demanda y escenarios de crecimiento poblacional. La metodología desarrollada permitió ampliar la cobertura de los servicios de emergencia y mejorar los tiempos de respuesta frente a incidentes. El modelo configura como una contribución pertinente al vincular herramientas de análisis espacial con prácticas de planificación urbana contemporánea. Sus resultados demuestran que el uso de SIG no se limita a describir la realidad existente, sino que también puede servir para anticipar necesidades futuras y orientar decisiones estratégicas. De esta forma, la experiencia internacional amplía las perspectivas de aplicación de los sistemas de información geográfica, ofreciendo ejemplos que pueden inspirar la formulación de políticas locales en países en desarrollo. De este modo, se confirma la pertenencia de estas herramientas como apoyo a la modernización de los servicios públicos y la gestión integral del riesgo. (Dey, 2021).

Implementó un modelo de análisis espacial con el fin de estudiar los tiempos de respuesta de los servicios de emergencia en diferentes zonas de la ciudad. La investigación permitió ubicar áreas donde la cobertura de atención era inadecuada y demandaba un refuerzo

en la presencia institucional. A partir de estos hallazgos, se lograron orientar inversiones en infraestructura y recurso humano, contribuyendo a una mejor distribución de recursos y a una cobertura más proporcionada. Este caso internacional evidencia cómo los sistemas de información geográfica se convierten en herramientas que trascienden lo operativo para influir en la planificación de políticas de seguridad pública. Asimismo, resalta la importancia de contar con información detallada y precisa que permita identificar brechas y proponer soluciones sostenibles. Así, la experiencia londinense ofrece enseñanzas susceptibles de ser aplicadas en otros contextos urbanos, particularmente en ciudades con retos comparables en términos de movilidad y densidad de población. (Taylor, 2015).

Finalmente, la Universidad del Huila (2018): Formulo la implementación de un sistema de información geográfica dirigida a la vigilancia epidemiológica en la ciudad de Neiva. Aunque su objetivo principal estuvo enfocado en el ámbito sanitario, la metodología utilizada puede considerarse transferible al campo de las emergencias urbanas, pues facilita la identificación de zonas de riesgo, el análisis de los patrones distribución y la orientación de decisiones decisivas. Este proyecto enfatiza la versatilidad de los SIG, al demostrar que sus aplicaciones abarcan múltiples sectores y brindan beneficios tanto al ámbito de la salud pública como en el de la seguridad de la población. Además, constituye un ejemplo de cómo la investigación académica puede generar insumos útiles para las autoridades locales y para la formulación de políticas públicas. En conclusión, este estado del arte confirma que los sistemas de información geográfica representan una herramienta clave en la gestión moderna de riesgos, emergencias y servicios, ofreciendo respuestas innovadoras basadas en hallazgos científicos. (Surcolombiana, 2018),

## **Marco legal y normativo**

La gestión de emergencias en Colombia se sustenta en un marco legal y normativo que define responsabilidades, procedimientos y criterios técnicos, asegurando una respuesta eficaz y oportuna frente a situaciones de riesgo; este marco incluye leyes, decretos y resoluciones que regulan desde la organización de los cuerpos de bomberos hasta la implementación de tecnologías como sistemas de información geográfica (SIG) para la planificación y respuesta a emergencias.

A continuación, se muestra una tabla con las normas más relevantes, en orden cronológico que respaldan la investigación.

**Tabla 1**  
*Marco legal*

<b>Norma</b>	<b>Institución</b>	<b>Descripción</b>	<b>Año</b>
<b>Normalizadora</b>			
Decreto 302	Presidencia de la República	Establece disposiciones para la instalación de hidrantes públicos, incluyendo coordinación con los cuerpos de bomberos y la planeación municipal.	2000
Circular 7200-2-87809	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Directrices sobre la instalación de hidrantes en edificaciones, especialmente en zonas sin redes de acueducto.	2003
NTC 1669	ICONTEC	Especificaciones para hidrantes tipo columna, incluyendo requisitos de caudal y presión.	2009
Concepto 831	CRA	Define los diámetros mínimos de hidrantes según nivel de complejidad del sistema: 75 mm para niveles bajo y medio, 100 mm para niveles medio alto y alto.	2010

Ley 1575	Congreso de la República	Ley General de Bomberos de Colombia, regula la organización y funcionamiento de los cuerpos de bomberos.	2012
Ley 1523	Congreso de la República	Adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD)	2012
Ley 1562	Congreso de la República	Modifica el Sistema General de Riesgos Laborales e introduce disposiciones para la prevención de riesgos laborales y SG-SST.	
Decreto 350	Presidencia de la República	Reglamenta la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.	2013
Resolución 256	Dirección Nacional de Bomberos	Reglamenta la conformación, capacitación y entrenamiento de brigadas contraincendios en diferentes sectores.	2014
NSR-10, Título J	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Establece requisitos de protección contra incendios en edificaciones, incluyendo hidrantes.	2015
RAS 2017	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Reglamenta la protección contra incendios en edificaciones, especificando caudales mínimos para hidrantes según población y altura del edificio.	2017
NTC 1478	ICONTEC	Define los sistemas de hidrantes como instalaciones fijas de extinción, estableciendo criterios para su diseño e instalación.	2022

Resolución 803	Dirección Nacional de Bomberos	Por la cual se adopta la batería de instrumentos para la evaluación de Actualiza disposiciones sobre el Sistema de Gestión, conformación de equipos de trabajo y líneas de defensa institucional.	2022
Normograma de	ANRACI		2024
Protección Contra Incendios		Proporciona directrices sobre la protección contra incendios en Colombia, incluyendo la instalación y mantenimiento de hidrantes.	

---

### **Tabla 1**

Descripción de la legislación que regula la gestión del riesgo, la protección contra incendios y la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), aplicable al presente proyecto de investigación.

## **Metodología**

En el presente capítulo se representa el marco metodológico de la investigación, detallando el enfoque, la población, la muestra, los insumos y las técnicas utilizadas para la recolección de datos, con el fin de garantizar la validez y aplicabilidad de los resultados al diseño del mapa digital georreferenciado de hidrantes de Girardot.

## **Enfoque**

El presente proyecto se desarrolla bajo un enfoque mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral la problemática identificada.

La vertiente cuantitativa permite recolectar y analizar datos precisos de la ubicación, cantidad de los hidrantes del municipio de Girardot Cundinamarca, lo que facilitara la construcción del mapa digital georreferenciado y la optimización de los tiempos de respuesta del Cuerpo Oficial de Bomberos; de manera complementaria, la vertiente cualitativa recogerá información sobre la percepción, experiencia y sugerencias del personal bomberil mediante preguntas abiertas en encuestas, proporcionando insumos para mejorar la operatividad y uso estratégicos de los recursos.

La investigación mixta combina enfoques cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio para abordar una problemática de manera integral. La vertiente cuantitativa se centra en la recolección y análisis de los datos numéricos, como la ubicación y la cantidad de hidrantes, con el fin de verificar patrones y optimizar la respuesta del Cuerpo de Bomberos. La vertiente cualitativa explora, percepciones y sugerencias del personal operativo mediante preguntas abiertas, encuestas, permitiendo comprender aspectos contextuales y estratégicos. (Sampieri, 2006).

## **Alcance**

El presente estudio se enmarca en una investigación de tipo descriptivo. En una primera fase, se busca caracterizar la situación actual de la infraestructura de los hidrantes en el municipio de Girardot. A partir de esta información, se planeará el diseño de una solución tecnológica precisa mediante un mapa digital georreferenciado y dinámico, que optimice la gestión del riesgo y la atención de emergencias por incendios.

## **Población**

La población objeto de la presente investigación está constituida por la totalidad de los hidrantes instalados en el municipio de Girardot Cundinamarca, así como el personal operativo del Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot (COBG) encargados de su utilización. Esta población incluye los 111 hidrantes públicos y privados registrados y al personal bomberil que participa en la atención de emergencias, garantizando una cobertura completa para el análisis y georreferenciación.

## **Muestra**

La muestra objeto del estudio para la presente investigación está constituida por 111 hidrantes del municipio de Girardot, Cundinamarca, lo que permite tomar el 100% de la población para la recolección de datos.

## **Técnicas**

### **Observación**

La observación es una técnica de recolección de datos mediante la cual el investigador examina de manera sistemática los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, registrando comportamientos, características y condiciones relevantes para el estudio. Esta técnica permite obtener información directa y veraz, evitando la dependencia exclusiva de informes o percepciones de terceros, y resulta especialmente útil para investigaciones que requieren un análisis detallado del entorno, las interacciones y los procesos en tiempo real. (Sampieri, 2006).

### **Encuesta**

La encuesta es una técnica de recolección de datos que permite obtener información directamente de los participantes mediante un cuestionario estructurado, que puede incluir preguntas cerradas, abiertas o mixtas. Esta técnica facilita la recolección de datos de manera

sistemática y organizada, permitiendo analizar opiniones, percepciones, conocimientos y comportamientos de la población objeto de estudio. (Sampieri, 2006).

## **Instrumentos**

### **Observación**

A través de este método se pudo evidenciar que, debido a la ausencia de un mapa digital georreferenciado de hidrantes en el municipio de Girardot, el personal del Cuerpo Oficial de Bomberos enfrenta dificultades para localizar rápidamente los hidrantes durante las intervenciones; esta carencia afecta la eficacia operativa, incrementa los tiempos de respuesta y limita la capacidad de planificación estratégica en emergencias por incendios.

### **Encuesta digital**

Cuestionario desarrollado mediante Forms permitió recolectar información detallada del personal bomberil, incluyendo datos personales, como edad, años de experiencia y cargo; experiencia y uso de hidrantes; accesibilidad en intervenciones; capacitaciones recibida y percepciones sobre la mejora de la red de hidrantes. Además, se incluyeron preguntas abiertas para recoger situaciones concretas y propuestas de mejora, integrando información cuantitativa y cualitativa para respaldar la construcción del mapa georreferenciado.

## Variables e indicadores

**Tabla 2**  
**Descripción de las variables e indicadores**

Variables	Definición	Naturaleza	Categoría
<b>Características sociodemográficas</b>			
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual	Cuantitativo	18-25 años 26-35 años 36-45 años 46 o más
Años de experiencia como bombero	Tiempo que lleva prestando servicio en el Cuerpo de Bomberos	Cuantitativo	0-2 años 3-5 años 6-10 años 11 o más
Cargo actual	Función desempeñada dentro del Cuerpo de Bomberos	Cualitativo	Bombero operativo
Estación/sector donde presta servicio	Ubicación geográfica de asignación del bombero	Cualitativo	Girardot
Uso de hidrantes en intervenciones reales	Indica si el bombero ha utilizado hidrantes en incidentes recientes	Cualitativo	Sí No
Conocimiento de mapas de hidrantes	Evalúa si existe un mapa accesible y actualizado de hidrantes	Cualitativo	Sí, actualizado Sí, desactualizado Sí, no accesible No existe
Frecuencia recomendada de inspección de hidrantes	Opinión sobre cada cuánto deben revisarse los hidrantes	Cualitativo	Mensual Trimestral Semestral Anual Otro
Acceso a hidrantes en intervenciones	Facilidad para llegar a los hidrantes durante emergencias	Cualitativo	Muy difícil Difícil Moderado Fácil Muy fácil
Obstáculos para acceder a hidrantes	Problemas que dificultan la intervención rápida	Cualitativo	Tráfico/vehículos mal estacionados Calles estrechas Señalización insuficiente Desconocimiento ubicación Problemas con llaves Otro
Uso de mapas georreferenciados	Frecuencia de utilización de mapas digitales en intervenciones	Cualitativo	Nunca Raramente

(GPS/SIG/Google Maps)			A veces Frecuentemente Siempre
Estado operativo de hidrantes	Porcentaje aproximado de hidrantes funcionales según experiencia del bombero	Cuantitativo	0–20% 21–40% 41–60% 61–80% 81–100%
Problemas encontrados en hidrantes	Tipos de dificultades observadas en los hidrantes durante intervenciones	Cualitativo	Tapa/valvula dañada Obstrucción Baja presión Falta de mantenimiento Ubicación errónea Cubierto por vegetación/obras Otro

Tabla 2 Variables e indicadores relacionados con la experiencia, uso de hidrantes y percepción del personal bomberil sobre la operatividad y el mapa georreferenciado en Girardot, Cundinamarca.

## Procesos y Procedimientos

**Fase 1 Reconocimiento:** Se inicio la investigación mediante la técnica de observación, permitiendo identificar las principales dificultades que enfrenta el Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot en la localización y uso de hidrantes durante las intervenciones por incendios.

**Fase 2 Recolección de datos:** Se aplico una encuesta en línea estructurada a los bomberos, diseñada en Forms, con preguntas abiertas y cerradas para recopilar información sobre la experiencia, percepción y uso de los hidrantes, así como la familiaridad con mapas georreferenciados y herramientas digitales para la gestión de emergencias.

**Fase 3 Diseño del mapa georreferenciado:** Con base en los datos recolectados se elaboro un mapa digital interactivo que permite identificar la ubicación exacta de los hidrantes

en el municipio de Girardot, integrando coordenadas GPS y otros atributos relevantes para optimizar la respuesta ante emergencias.

**Fase 4 Propuesta de mejora continua:** Se formularon medidas orientadas a la actualización y mantenimiento permanente del mapa; asegurando la eficacia operativa y la mejora continua en la gestión de infraestructura de hidrantes.

## **Resultados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante las técnicas de observación y encuestas aplicadas al Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot, en relación con la ubicación y uso de los hidrantes. Los hallazgos se analizan en función de los objetivos del proyecto, con el fin de identificar oportunidades de mejora y optimización en la respuesta a emergencias.

### **Análisis de la ubicación de los hidrantes**

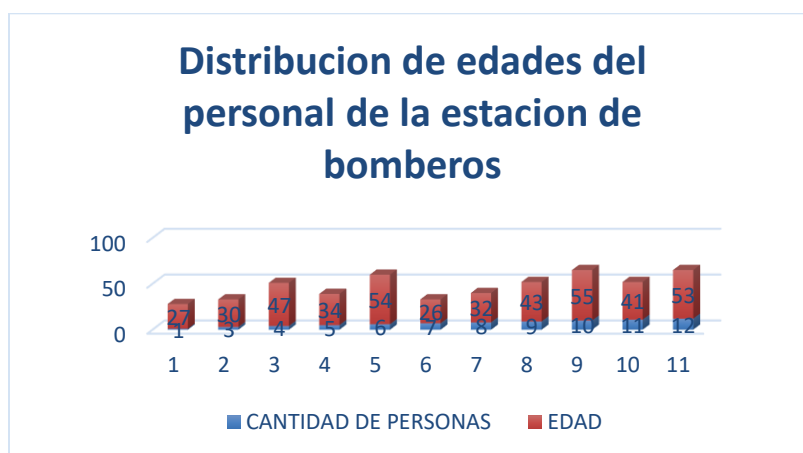
A partir del primer objetivo, Identificar la ubicación actual de los hidrantes instalados en el municipio de Girardot, vinculando esta información al Plan de Emergencias para optimizar los tiempos de respuesta y garantizar condiciones seguras de intervención en el marco del SG-SST, se realizó un levantamiento de campo mediante un formato estructurado, que permitió registrar la totalidad de los hidrantes identificados en el municipio, que ascienden a 111. Durante el trabajo de campo se registraron la dirección exacta y puntos de referencia de cada hidrante para su posterior integración en el mapa georreferenciado (Ver Apéndice A).

## Análisis de necesidades operativas y disponibilidad de hidrantes

Con base en el segundo objetivo, Analizar las necesidades operativas y de respuesta del Cuerpo Oficial de Bomberos en relación con la localización y disponibilidad de los hidrantes, considerando los riesgos y requerimientos establecidos en el Plan de Emergencias, se aplicó una encuesta estructurada al personal bomberil de Girardot. Este instrumento constó de **21 preguntas** que abordaron aspectos relacionados con el conocimiento, uso y estado de los hidrantes, así como la accesibilidad y la experiencia del personal en intervenciones reales. Los resultados obtenidos permitieron identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en la gestión de la red de hidrantes, proporcionando insumos esenciales para la optimización de los tiempos de respuesta y la planificación operativa en emergencias. mediante un análisis estadístico se mostrarán a continuación los resultados de este instrumento. (Ver Apéndice B).

### Figura 1

Distribución por edad del personal encuestado



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los datos indican que la mayoría del personal se encuentra en edad adulta, con edades comprendidas entre los 26 y 55 años. El rango de 30 a 47 años concentra la mayor parte de los

encuestados, lo que representa un grupo de personal con experiencia y capacidad operativa significativa. Estos resultados permiten caracterizar demográficamente al personal, facilitando la planificación de capacitaciones y asignación de tareas dentro de la estación de bomberos.

## Figura 2

Años de experiencia del personal como bomberos

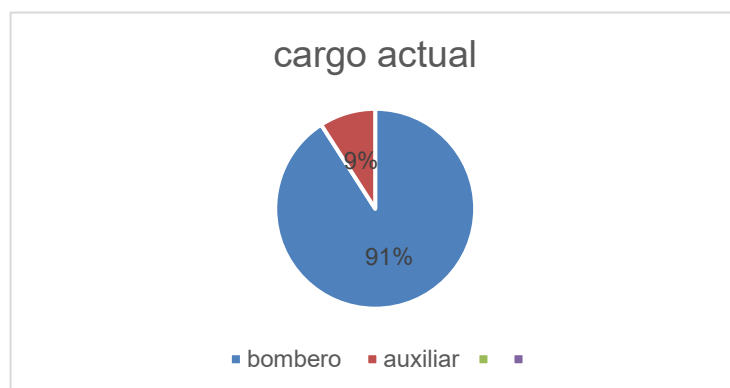


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

En la gráfica se evidencia que la mayoría del personal (50%) tiene entre 5 y 12 años de experiencia, consolidando un nivel operativo significativo. El 25% se ubica en el rango de 13 a 20 años, lo que aporta solidez y continuidad al servicio. Un 17% cuenta con 21 a 25 años, mientras que un 8% supera los 25 años, representando la mayor trayectoria y liderazgo. En conjunto, se observa un equipo con equilibrio entre formación en desarrollo, experiencia consolidada y capacidad de guía para las nuevas generaciones.

**Figura 3**

Distribución del cargo actual del personal encuestado



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los datos muestran que la gran mayoría del personal encuestado desempeña el cargo de bombero, representando el 91 % del total, mientras que un 9 % corresponde a auxiliares. Esta distribución refleja que la fuerza operativa de la estación está conformada principalmente por bomberos, lo que garantiza la disponibilidad de personal calificado para intervenciones de emergencia y actividades relacionadas con la gestión de los hidrantes.

**Figura 4**

Estación o sector de prestación de servicio del personal encuestado



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los resultados indican que la mayoría del personal presta servicio en el Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot, incluyendo la Estación B-11, representando la cobertura principal de la ciudad. Solo un encuestado reporta estar vinculado al sector de Educación. Esta información permite caracterizar la distribución operativa del personal y facilita la planificación de intervenciones y la gestión de recursos dentro de las distintas áreas de la estación.

### Figura 5

Frecuencia de uso de hidrantes en intervenciones reales durante el último año

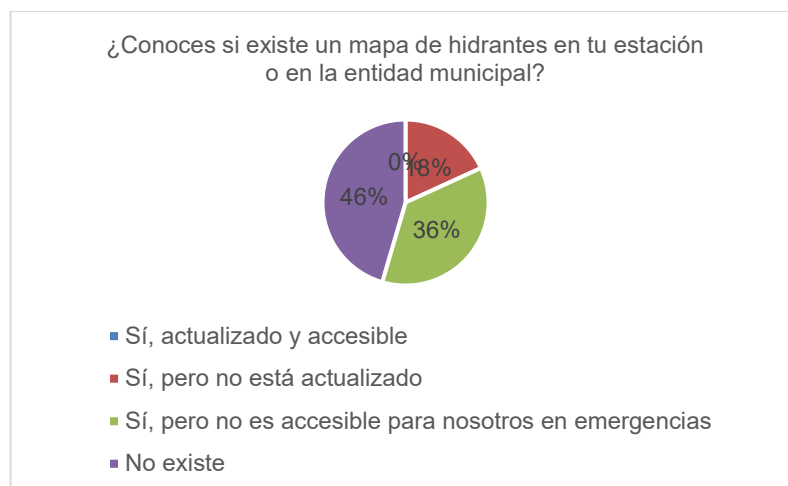


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

En la Figura 5 se observa que el 82% de los bomberos encuestados ha utilizado hidrantes en intervenciones reales durante el último año, mientras que el 18% no ha tenido esa experiencia, lo que indica que la mayoría del personal operativo cuenta con práctica directa en el manejo de hidrantes durante emergencias.

### Figura 6

Conocimiento sobre la existencia y accesibilidad de un mapa de hidrantes en la estación o entidad municipal

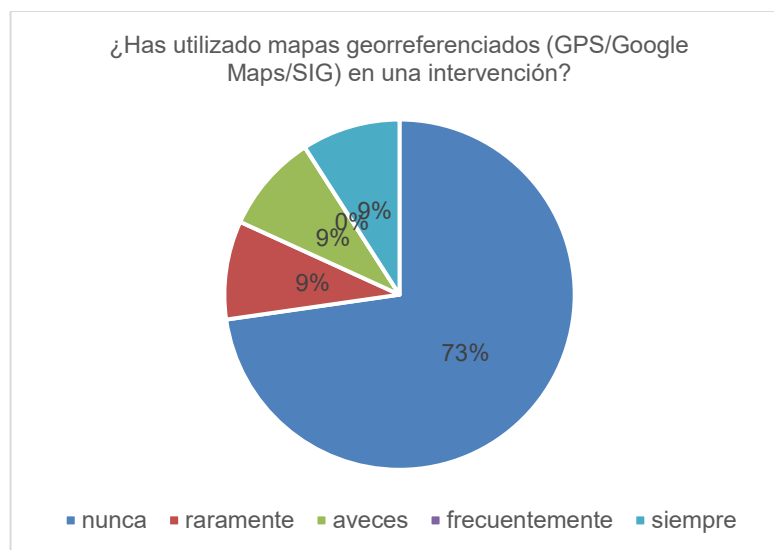


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

se observa que el 0 % de los bomberos reporta contar con un mapa actualizado y accesible de hidrantes; el 18 % indicó que existe un mapa, pero no está actualizado; el 36 % señaló que existe, pero no es accesible durante emergencias; y el 46 % afirmó que no existe mapa alguno. Estos resultados evidencian la falta de disponibilidad y actualización de la información geoespacial de hidrantes, lo que puede afectar la eficiencia en la respuesta ante emergencias.

### **Figura 7**

Frecuencia de uso de mapas georreferenciados (GPS/Google Maps/SIG) en intervenciones del Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot

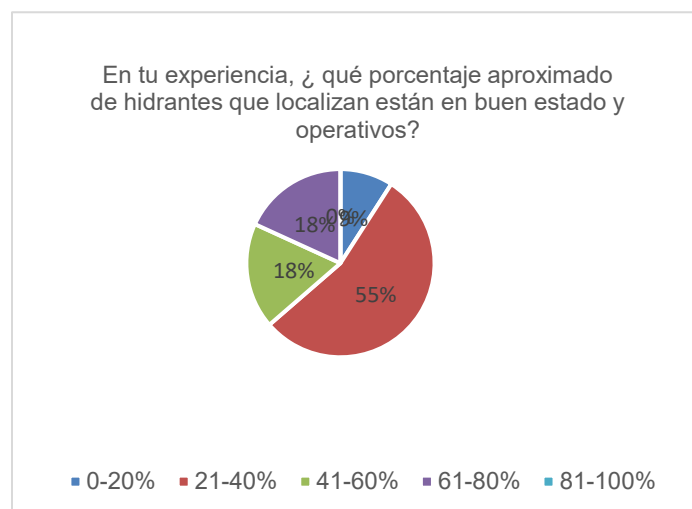


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

En la Figura 7 se observa que el 73 % de los bomberos nunca ha utilizado mapas georreferenciados durante sus intervenciones, el 9 % los utiliza rara vez, otro 9 % los ha usado en algunas ocasiones, el 0 % los usa frecuentemente y el 9 % siempre hace uso de esta herramienta. Estos resultados reflejan que la mayoría del personal carece de experiencia práctica con sistemas georreferenciados, lo que resalta la necesidad de implementar y capacitar en el uso del mapa digital georreferenciado de hidrantes.

### Figura 8

Porcentaje de hidrantes en buen estado y operativos según la experiencia del personal.

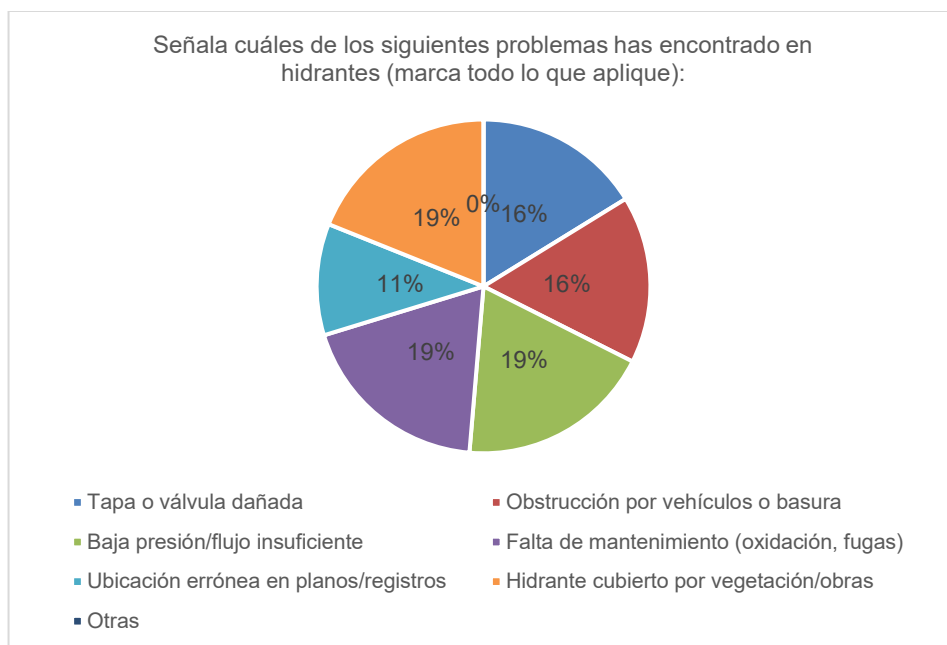


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Se observa que el 55 % del personal considera que entre el 21 % y el 40 % de los hidrantes que localizan se encuentran en buen estado y operativos, el 18 % indica que entre el 41 % y el 60 % están operativos, otro 18 % señala que entre el 61 % y el 80 % se encuentran en condiciones óptimas, y el 9 % considera que solo entre el 0 % y el 20 % funcionan correctamente. Estos resultados evidencian que, según la percepción de los encuestados, la mayoría de los hidrantes presentan algún grado de falla o requieren mantenimiento, lo que resalta la necesidad de mejorar la gestión y supervisión de estos elementos críticos para la atención de emergencia.

### Figura 9

Problemas reportados en hidrantes según percepción del personal

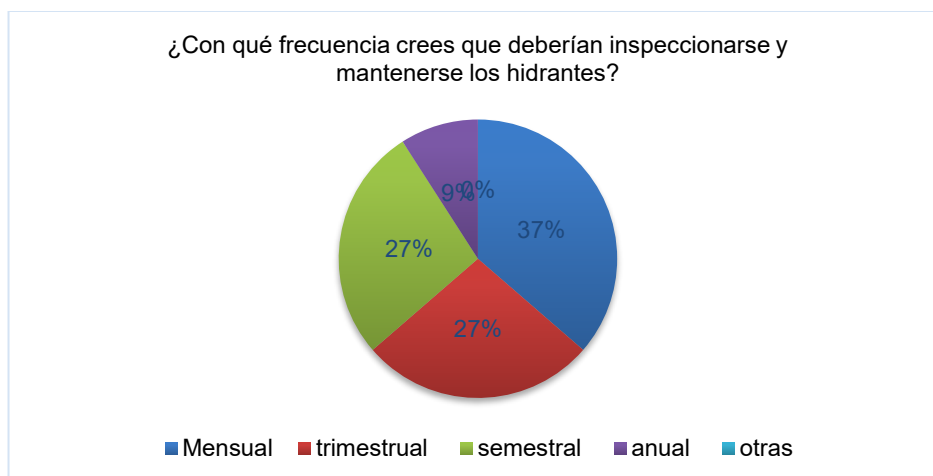


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Se observa que el 19 % de los encuestados ha identificado baja presión o flujo insuficiente en los hidrantes, al igual que falta de mantenimiento (oxidación o fugas) y cobertura por vegetación u obras, mientras que el 16 % reporta obstrucción por vehículos o basura y el 6 % indica tapa o válvula dañada. Solo el 11 % señala ubicación errónea en planos o registros, y ningún encuestado indicó otros problemas. Estos resultados evidencian que la mayoría de los hidrantes presentan fallas operativas o de accesibilidad, lo que resalta la necesidad de un programa efectivo de mantenimiento y supervisión para garantizar su disponibilidad en emergencias.

### Figura 10

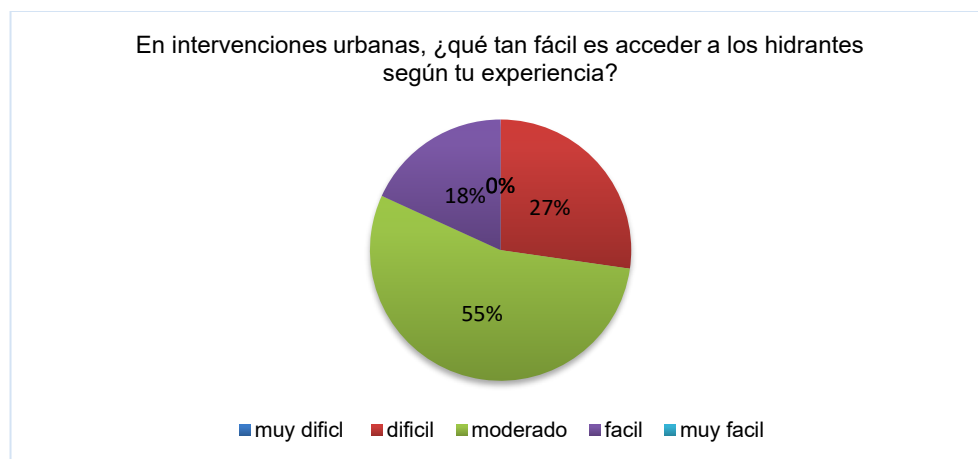
Frecuencia recomendada para la inspección y mantenimiento de hidrantes



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Se observa que el 37% de los encuestados considera que los hidrantes deberían inspeccionarse y mantenerse de manera mensual, mientras que el 27 % opina que la frecuencia debería ser trimestral y otro 27 % sugiere una revisión semestral. Solo el 9 % considera suficiente realizar inspecciones anuales, y ningún participante indicó otra frecuencia. Estos resultados reflejan que la mayoría del personal reconoce la importancia de un mantenimiento periódico frecuente para garantizar la operatividad y disponibilidad de los hidrantes en caso de emergencias.

**Figura 11** Facilidad de acceso a los hidrantes en intervenciones urbanas según experiencia del personal

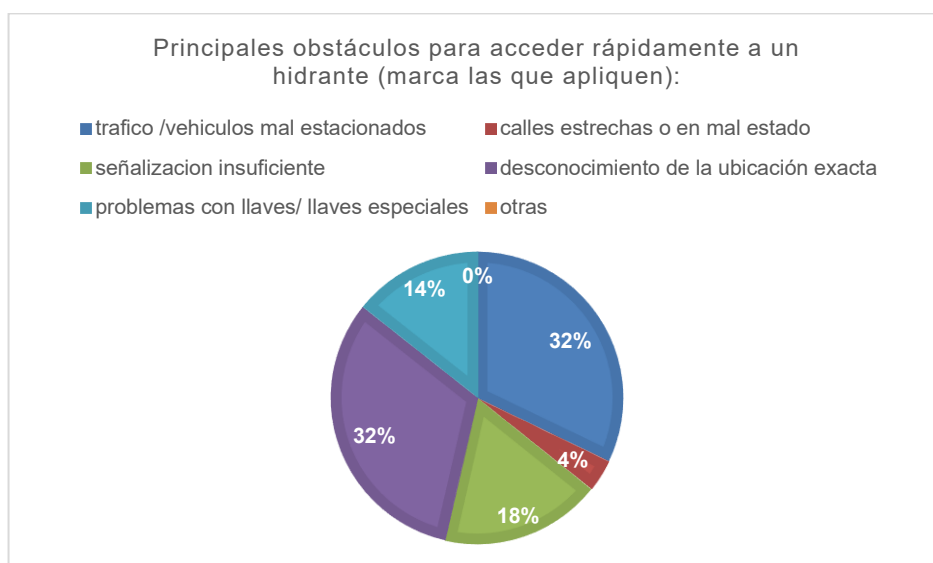


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Se observa que el 55 % de los encuestados considera que el acceso a los hidrantes durante intervenciones urbanas es moderado, mientras que el 27 % indica que resulta difícil y el 18 % opina que es fácil. Ningún participante señaló que el acceso fuera muy difícil o muy fácil. Estos resultados reflejan que, aunque la mayoría del personal logra localizar los hidrantes, existen obstáculos que pueden afectar la rapidez de la intervención en situaciones de emergencia.

### Figura 12

Principales obstáculos para el acceso rápido a los hidrantes según el personal



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

La gráfica muestra que los principales obstáculos para acceder a un hidrante son el tráfico y vehículos mal estacionados (32%) junto con el desconocimiento de la ubicación exacta (32%), lo que evidencia una limitación tanto en la movilidad como en la gestión de información. En segundo lugar, la señalización insuficiente (18%) también representa un factor crítico que dificulta la localización oportuna. Asimismo, los problemas con llaves o llaves especiales (14%) generan retrasos operativos, mientras que las calles estrechas o en mal estado (4%) tienen menor incidencia.

### Figura 13

Información preferida por el personal para incluir en el mapa de hidrantes

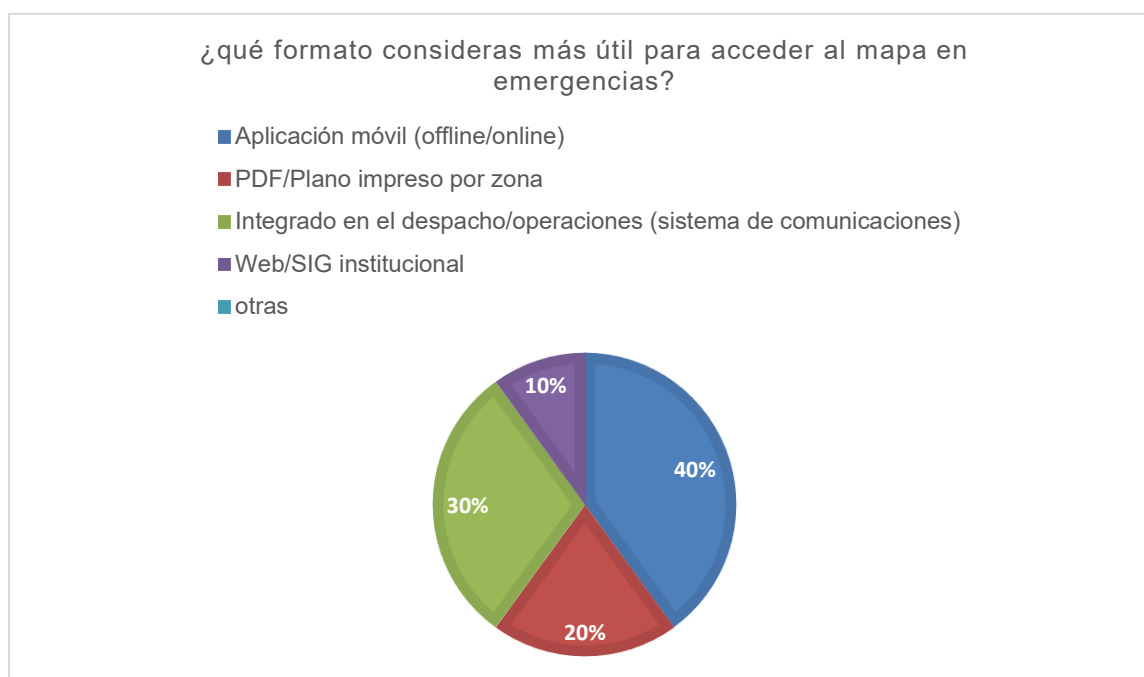


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

la información más valorada en un mapa de hidrantes son las coordenadas GPS exactas (26%), lo que resalta la importancia de la localización precisa para una respuesta rápida. Le siguen la presión/caudal estimado (20%) y el estado operativo (18%), aspectos clave para garantizar la funcionalidad en emergencias. En menor proporción aparecen datos como la fecha de la última inspección (9%), la foto del hidrante (9%), las restricciones de acceso (9%) y la capacidad de conexión (9%), que, aunque menos priorizados, aportan a la operatividad.

### Figura 14

Formatos preferidos para acceder al mapa de hidrantes en situaciones de emergencia



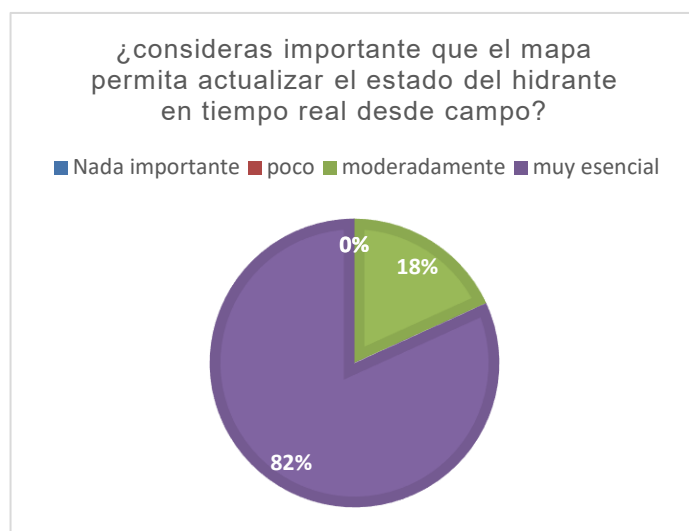
**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

El análisis de los resultados indica que el 40 % del personal considera más eficiente el acceso al mapa de hidrantes mediante una aplicación móvil, ya sea offline u online, seguido del 30 % que prefiere la integración del mapa en el sistema de despacho u operaciones. Un 20 %

opta por formatos impresos en PDF o planos por zona, mientras que un 10 % señala como alternativa el acceso vía web o SIG institucional y otras opciones. Estos hallazgos evidencian que las herramientas digitales portátiles y de fácil acceso son fundamentales para optimizar la toma de decisiones y la eficacia operativa durante intervenciones de emergencia

### Figura 15

Importancia de la actualización en tiempo real del estado de los hidrantes desde campo



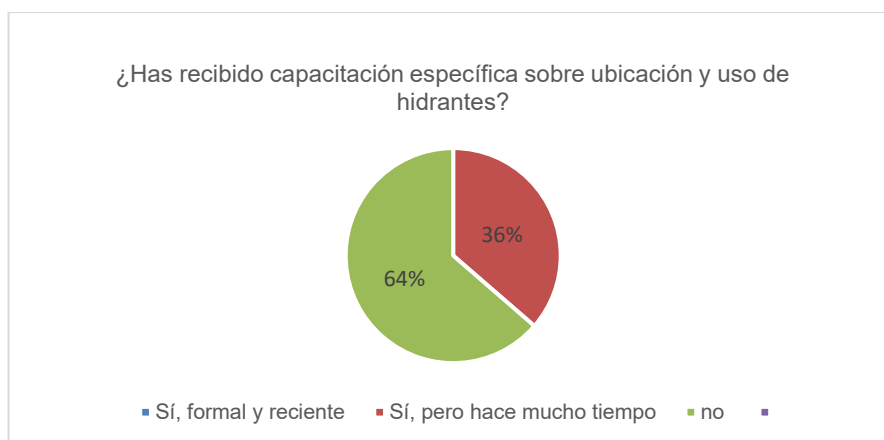
**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Se evidencia que el 82 % del personal considera esencial que el mapa permita actualizar en tiempo real el estado de los hidrantes desde campo, mientras que un 18 % lo califica como moderadamente importante. Ningún encuestado lo percibe como poco o nada importante. Estos resultados resaltan que la actualización inmediata constituye un elemento

crítico para garantizar la disponibilidad operativa de los hidrantes y optimizar la eficacia en la gestión de emergencias

### Figura 16

Capacitación recibida sobre ubicación y uso de hidrantes

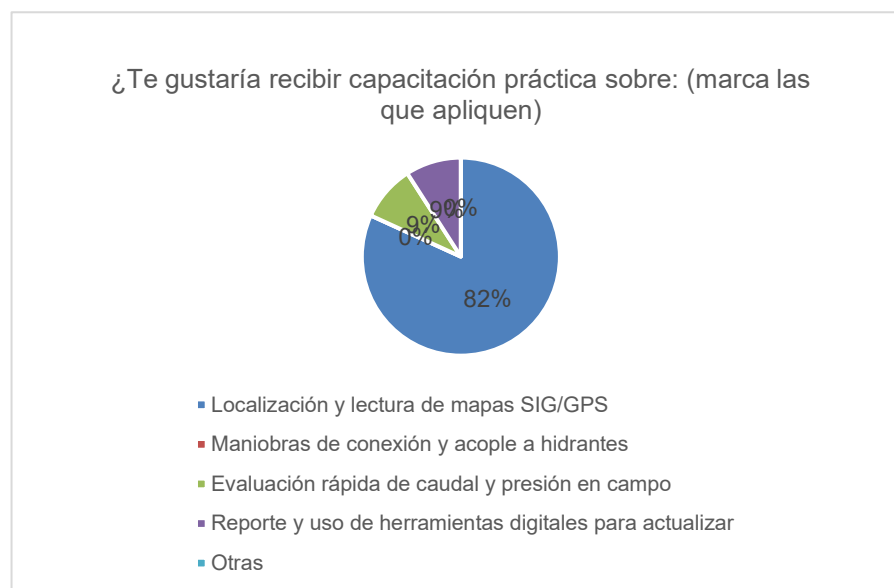


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los resultados muestran que el 64 % del personal no ha recibido capacitación específica sobre la ubicación y el uso de hidrantes, mientras que un 36 % indica que la recibió, pero hace mucho tiempo. Ningún encuestado reporta haber recibido formación formal y reciente. Estos datos ponen de relieve la necesidad de implementar programas de capacitación periódicos y actualizados para garantizar un manejo adecuado de los hidrantes y fortalecer la eficiencia operativa durante emergencias.

**Figura 17**

Preferencias de capacitación práctica sobre hidrantes y herramientas asociadas

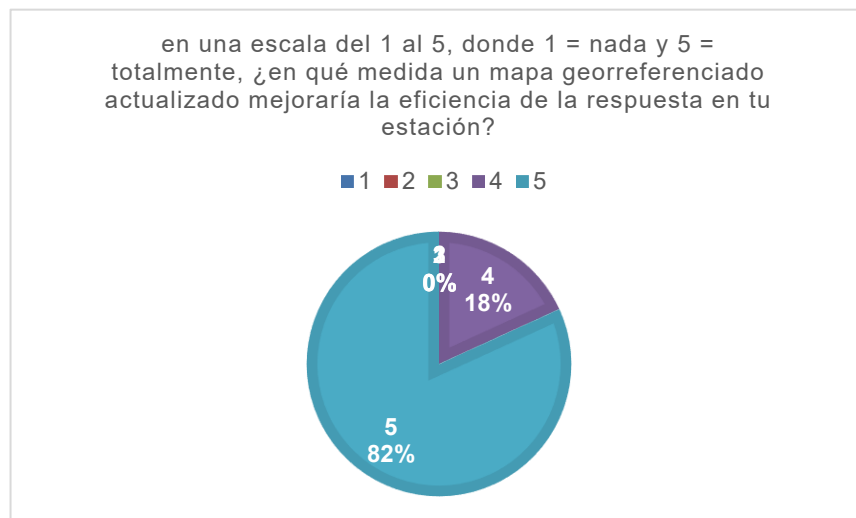


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

El análisis de las respuestas indica que el 82 % del personal prioriza la capacitación práctica en localización y lectura de mapas SIG/GPS, mientras que un 9 % manifiesta interés en la evaluación rápida de caudal y presión en campo y otro 9 % en el reporte y uso de herramientas digitales para la actualización de información. Ningún encuestado indicó interés en maniobras de conexión o en otras opciones. Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer competencias técnicas en georreferenciación y manejo de información digital para optimizar la operatividad y eficiencia en la gestión de hidrantes durante emergencias.

**Figura 18**

Percepción del impacto de un mapa georreferenciado actualizado en la eficiencia de respuesta

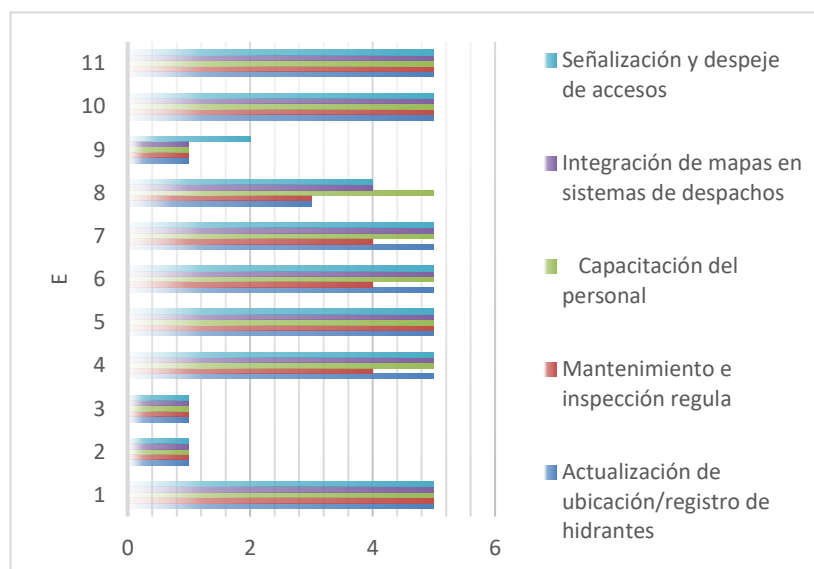


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

La evaluación indica que el 82 % del personal considera que un mapa georreferenciado actualizado mejoraría totalmente la eficiencia de la respuesta en su estación (valor 5), mientras que un 18 % lo percibe como un aporte significativo (valor 4). Ningún encuestado asignó valores inferiores a 4. Estos resultados subrayan la importancia de disponer de información georreferenciada precisa y actualizada como herramienta estratégica para optimizar la eficacia operativa en intervenciones de emergencia.

**Figura 19**

Prioridad de acciones para optimizar la red de hidrantes

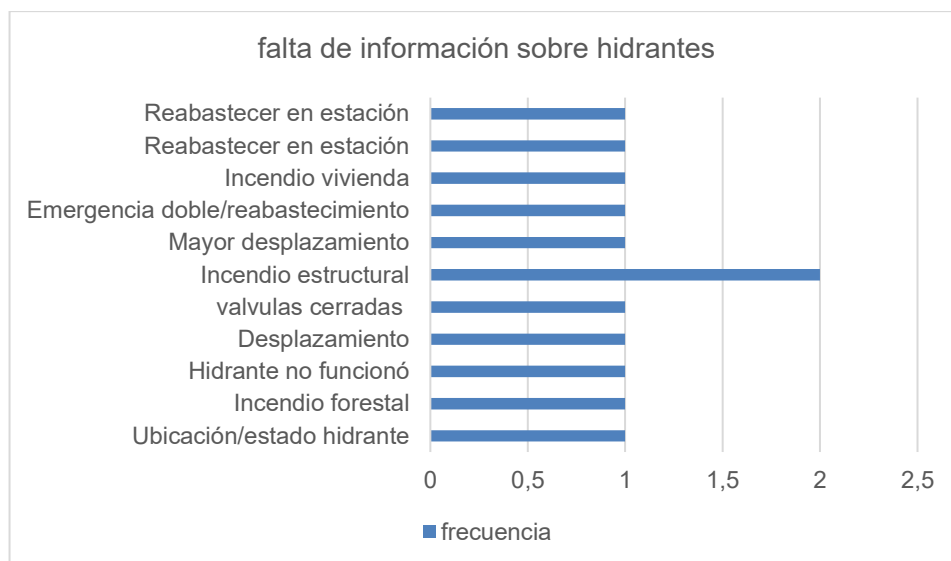


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los resultados indican que la acción de mayor prioridad (valor 1) para el personal es la actualización de la ubicación y el registro de los hidrantes, seguida por el mantenimiento e inspección regular (valor 2) y la capacitación del personal (valor 3). La integración de mapas en los sistemas de despacho se ubica en la prioridad intermedia (valor 4), mientras que la señalización y despeje de accesos se considera como menor prioridad relativa (valor 5). Estos hallazgos evidencian que el personal prioriza la precisión en la información y el estado operativo de los hidrantes como factores críticos para optimizar la eficacia en la respuesta ante emergencias.

**Figura 20**

Impacto de la falta de información sobre hidrantes en las intervenciones

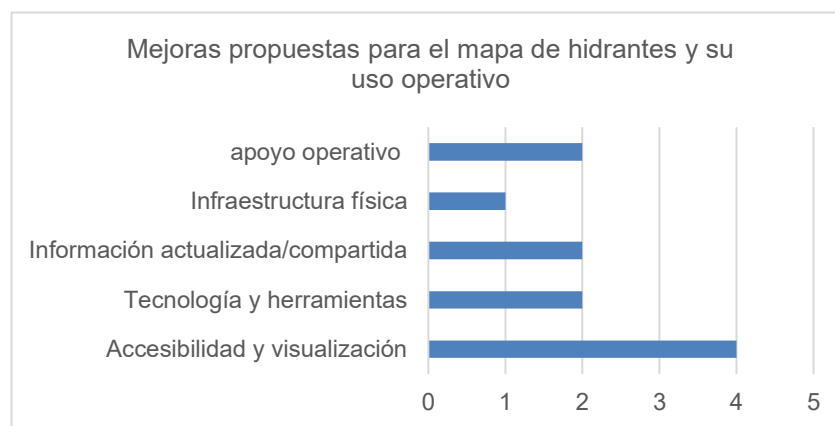


**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

Los testimonios del personal revelan que la ausencia de información precisa sobre la ubicación y el estado operativo de los hidrantes genera retrasos significativos durante las intervenciones. Entre las situaciones reportadas se incluyen incendios en sectores urbanos y forestales donde los hidrantes no funcionaban, presentaban válvulas selladas o carecían de agua, lo que obligó a recorrer mayores distancias para reabastecer los vehículos y afectó la eficiencia de la respuesta. Estos hallazgos destacan la necesidad de contar con mapas georreferenciados actualizados y un registro confiable del estado de los hidrantes para optimizar la efectividad en emergencias.

## Figura 21

### Propuestas de mejoras para el mapa de hidrantes y su uso operativo



**Fuente:** elaboración propia, agosto 2025

El personal sugiere diversas mejoras para optimizar el mapa de hidrantes y su funcionalidad operativa. Entre las principales propuestas se incluyen la posibilidad de realizar observaciones desde campo, acceso mediante aplicaciones móviles y sistemas integrados al despacho, mapas con ubicación exacta y compartidos en plataformas institucionales o de emergencia, codificación por colores para indicar presión, provisión de dispositivos como tablets para facilitar la lectura, implementación de hidrantes adicionales y garantizar su registro, y asegurar que el mapa sea actualizado y accesible para la comunidad. Estos hallazgos reflejan la necesidad de un sistema dinámico, interactivo y tecnológicamente soportado que mejore la planificación y la eficiencia en las intervenciones de emergencia.

Con base en el tercer objetivo del proyecto, se desarrolló un prototipo de mapa digital interactivo mediante Google Maps, integrando información geoespacial de cada hidrante obtenida mediante GPS y observaciones en campo. El prototipo registra ubicación exacta y referencias complementarias, permitiendo la consulta en tiempo real desde dispositivos móviles y computadoras. Esta herramienta constituye un recurso

estratégico para mejorar la planificación, la respuesta y la seguridad operacional del Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot, facilitando la gestión del Plan de Emergencias y el fortalecimiento de las medidas preventivas del SG-SST. (Ver Apéndice C).

### **Análisis y discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos mediante las observaciones y encuestas aplicadas al Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot permiten comprender tanto el estado actual de la red de hidrantes como las necesidades operativas del personal para mejorar la respuesta ante emergencias. En este sentido, la información recopilada se analizó en función de los objetivos del proyecto, proporcionando insumos clave para fortalecer la planificación, la operatividad y la seguridad en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). La caracterización del personal revela que la mayoría se encuentra en edad adulta, entre los 26 y 55 años, concentrándose principalmente entre los 30 y 47 años, lo que indica un grupo con experiencia y capacidad operativa significativa. Asimismo, la experiencia laboral como bomberos varía entre uno y treinta años, destacándose un grupo con cinco a doce años de trayectoria y algunos con más de veinticinco años, evidenciando un equipo con conocimiento acumulado y habilidades consolidadas. En cuanto a la distribución de cargos, se observa que el 91 % del personal se desempeña como bombero y el 9 % como auxiliar, prestando la mayoría servicio en la Estación B-11 del Cuerpo de Bomberos, lo que asegura cobertura y operatividad en la ciudad. Esta información resulta útil para planificar capacitaciones, asignar tareas de manera efectiva y orientar estrategias de intervención basadas en la experiencia del personal.

De igual manera, el análisis sobre el uso y conocimiento de los hidrantes muestra que el 82 % del personal ha intervenido directamente en emergencias utilizando hidrantes durante el último año. Sin embargo, el 73 % de los encuestados nunca ha empleado mapas georreferenciados en sus operaciones, indicando una baja familiaridad con herramientas digitales de georreferenciación. Además, solo el 18 % reporta la existencia de un mapa actualizado y accesible, mientras que un 46 % afirma que no existe mapa alguno, lo que evidencia deficiencias en la disponibilidad y actualización de la información geoespacial que pueden afectar la eficiencia de la respuesta. En relación con el estado operativo de los hidrantes, el 55 % del personal considera que entre el 21 % y el 40 % se encuentran en buen estado, mientras que un 18 % estima que entre el 61 % y el 80 % son operativos. Entre los problemas identificados se incluyen baja presión, falta de mantenimiento, cobertura por vegetación u obras y obstrucción por vehículos o residuos, lo que resalta la necesidad de implementar un programa de mantenimiento regular y efectivo.

Por otra parte, la accesibilidad a los hidrantes durante intervenciones urbanas es considerada moderada por el 55 % del personal, aunque un 27 % la percibe como difícil. Los obstáculos principales incluyen tráfico o vehículos mal estacionados y desconocimiento de la ubicación exacta, cada uno con un 45 %, así como señalización insuficiente y problemas con llaves especiales, lo que evidencia la importancia de optimizar la accesibilidad y señalización para reducir los tiempos de respuesta. Del mismo modo, el personal considera esencial que los mapas contengan coordenadas GPS exactas (45 %), información sobre el estado operativo (30 %) y estimación de presión o caudal (35 %). En cuanto al formato de acceso, el 40 % prefiere aplicaciones móviles, el 30 % la integración en sistemas de despacho y un 20 % formatos impresos,

mientras que el 82 % considera crucial la actualización en tiempo real del estado de los hidrantes desde el campo.

En términos de capacitación, el 64 % del personal no ha recibido formación específica sobre la ubicación y uso de los hidrantes, y el 82 % prioriza la capacitación práctica en localización y lectura de mapas SIG/GPS. De manera coherente, el 82 % percibe que un mapa georreferenciado actualizado incrementaría significativamente la eficiencia de la respuesta ante emergencias. Por ello, se identifican como acciones prioritarias la actualización constante de la ubicación y registro de hidrantes, la inspección y mantenimiento regular, así como la capacitación continua del personal. El análisis de los testimonios refleja que la ausencia de información precisa sobre ubicación y estado operativo genera retrasos durante las intervenciones, obligando al personal a recorrer mayores distancias y afectando la eficiencia de la operación. Por consiguiente, el personal propone implementar observaciones directas desde el campo, acceso a mapas mediante aplicaciones móviles y sistemas integrados, codificación por colores según presión, suministro de dispositivos como tablets, instalación de hidrantes adicionales y garantizar la actualización y accesibilidad de la información georreferenciada.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, el diseño del sistema de georreferenciación de hidrantes en Girardot evidenció que la implementación de esta herramienta tecnológica fortalece de manera significativa el Plan de Emergencias y la seguridad operativa del Cuerpo Oficial de Bomberos. La construcción del prototipo en Google Maps, a partir de información recolectada en campo, demostró ser una solución viable que optimiza la localización de los hidrantes, disminuye los tiempos de respuesta y contribuye a la protección de la vida y la integridad de las unidades bomberiles en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

De igual manera, el levantamiento de la información permitió registrar la ubicación de los 111 hidrantes del municipio, consolidando un inventario confiable que hasta ahora no existía en formato digital actualizado y accesible. Esta base de datos, al integrarse en el Plan de Emergencias, representa un recurso estratégico que facilita intervenciones más rápidas y seguras, garantizando la disponibilidad oportuna del recurso hídrico durante situaciones críticas.

Al mismo tiempo, el análisis de la experiencia y percepción del personal operativo permitió identificar limitaciones relevantes en la gestión actual. Entre ellas se encuentran el desconocimiento generalizado sobre la existencia de mapas actualizados, la baja familiaridad con herramientas de georreferenciación, las deficiencias en el mantenimiento de los hidrantes y los obstáculos para acceder a ellos por factores externos como el tráfico o la señalización insuficiente. Estas condiciones resaltan la necesidad de programas de capacitación continua, planes de inspección preventiva y mecanismos de actualización en tiempo real que fortalezcan la capacidad de respuesta institucional.

En concordancia con lo anterior, la validación del prototipo interactivo confirmó la pertinencia de integrar la información geoespacial en un sistema dinámico, accesible desde dispositivos móviles y de escritorio. El personal operativo valoró esta herramienta como fundamental para mejorar la eficacia de las intervenciones, al permitir la consulta rápida y la actualización inmediata del estado de los hidrantes. Así, se demuestra que la georreferenciación no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también representa un factor clave en el fortalecimiento institucional, al reducir vulnerabilidades y potenciar la planificación estratégica dentro del Plan de Emergencias y del SG-SST.

## Recomendaciones

En primer lugar, se recomienda al Cuerpo Oficial de Bomberos de Girardot dar continuidad al proceso de actualización y mantenimiento del inventario de hidrantes, garantizando que la información georreferenciada se mantenga vigente y disponible en tiempo real. Para ello, resulta fundamental establecer un plan de inspecciones periódicas que asegure la operatividad de cada hidrante y permita corregir oportunamente las fallas detectadas, de modo que se optimicen los tiempos de respuesta en situaciones de emergencia.

Asimismo, se considera pertinente fortalecer los programas de capacitación del personal operativo en el uso de herramientas de georreferenciación y sistemas de información geográfica, con el fin de mejorar la familiaridad con estas tecnologías y consolidar su aplicación durante intervenciones reales. La formación práctica en el manejo de mapas digitales, dispositivos GPS y aplicaciones móviles contribuirá a una respuesta más organizada, rápida y eficiente.

De igual manera, se recomienda que el proyecto continúe en una fase de expansión, orientada a identificar de manera más amplia los hidrantes del municipio, incluyendo aquellos que puedan encontrarse en zonas rurales o de difícil acceso. Esta ampliación permitirá cubrir integralmente el territorio y garantizar un inventario completo al servicio de la comunidad. En este mismo sentido, sería de gran valor incorporar al mapa georreferenciado elementos visuales adicionales, como fotografías de los hidrantes, información sobre su estado operativo y referencias de presión o caudal, lo cual brindaría mayor precisión y confianza en el momento de la intervención.

Finalmente, se sugiere integrar este sistema con otras plataformas institucionales y comunitarias, de manera que no solo se convierta en una herramienta interna del Cuerpo de Bomberos, sino también en un recurso de consulta para

entidades de gestión del riesgo, autoridades municipales y la comunidad en general. De esta forma, el proyecto trasciende su alcance inicial y se proyecta como una estrategia de modernización institucional que aporta a la seguridad ciudadana y al fortalecimiento del Plan de Emergencias del municipio de Girardot.

## Bibliografía

(UNGRD), U. N. (2022). Informe de Gestión.

[https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Informes-de-Gestion/Informe-de-Gestion-UNGRD-2022.pdf?utm\\_source](https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Informes-de-Gestion/Informe-de-Gestion-UNGRD-2022.pdf?utm_source).

: Longley, P. A. (2015). *Geographic Information Science and Systems*. Hoboken, NJ: Wiley.

(2010). [https://www.minambiente.gov.co/wp-](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_Congreso_MINAMBIENTE_2010.pdf)

[content/uploads/2021/10/Informe\\_Congreso\\_MINAMBIENTE\\_2010.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_Congreso_MINAMBIENTE_2010.pdf).

Aguas de Manizales S.A. E.S.P. (2023). *Informe técnico: Programa Guardianes del Agua – georreferenciación y mantenimiento de hidrantes*. manizales : guas de Manizales S.A. E.S.P.

(2020). *Análisis espacial de la cobertura de atención de las Estaciones de Bomberos en la Ciudad de Bogotá, Colombia, usando herramientas SIG*. BOGOTA:

[https://repository.udistrital.edu.co/items/7d933b23-f181-48b2-9acd-f30a7ab5853b?utm\\_source](https://repository.udistrital.edu.co/items/7d933b23-f181-48b2-9acd-f30a7ab5853b?utm_source).

Burrough & McDonnell, 1. (1998). *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* web: <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>.

Cardona, O. D. (2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice: International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice.

Cauca, G. d. (2025). *Base de datos georreferenciada de los cuerpos de bomberos del Valle del Cauca*. <https://www.datos.gov.co/Seguridad-y-Defensa/CUERPOS-DE-BOMBEROS-VOLUNTARIOS-DEL-VALLE-DEL-CAUC/pbkbp-84gb>.

- Cauca., G. d. (s.f.). *Base de datos georreferenciada de los cuerpos de bomberos del Valle del Cauca*. Valle del Cauca, Colombia: <https://www.datos.gov.co/Seguridad-y-Defensa/CUERPOS-DE-BOMBEROS-VOLUNTARIOS-DEL-VALLE-DEL-CAUC/pbkp-84gb>.
- Cheng, T., & Adepeju, M. (2014). Modifiable temporal unit problem (MTUP) and its effect on space-time cluster detection. *PLoS ONE*, pág. e100465.
- Colombia, C. d. (2012). Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1575 de 2012, por medio de la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia*. Bogota : <http://www.secretariassenado.gov.co>.
- Cova, S. (1999).
- Cova, T. J. (1999). *GIS in emergency management*. New York, NY: Wiley.
- Cundinamarca, G. d. (2024). Cundinamarca supera temporada de incendios. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/cundinamarca-supera-temporada-de-incendios>.
- D.C., S. J. (2024). *Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -ESP*. Bogota : <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=154027>.
- Dejito, N., Flores, R. A., de Guzman, R., Tingzon, I., Carvajal, L., Aroca, A., & Delgado, C. (2021). *Mapping access to water and sanitation in Colombia using publicly accessible satellite imagery, crowd-sourced geospatial information and random forests*. arXiv.
- Dey, H. y. (2021). [repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17686/Investigar%20tiempos%20crisis%20%2818-08-22%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17686/Investigar%20tiempos%20crisis%20%2818-08-22%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ESRI. (2020). *GIS for emergency management*. Redlands, CA: ESRI Press.

- Fundación Internacional para la Protección de Bomberos. (2019). *Manual de terminología de protección contra incendios*. Fundación Internacional para la Protección de Bomberos.
- Gómez Villabón, W. S. (2009). *Desarrollo de un prototipo georreferenciado para el Cuerpo Oficial de Bomberos de Armenia (SIGBA-SACBA)*. Universidad del Quindío:  
<https://hdl.handle.net/20.500.14550/3591>.
- Hidrico, P. n. (2010). *Política Nacional para gestión integral del recurso hidrico* .  
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>.
- ICONTEC. (2018). *NTC-ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso*. bogota: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Georreferenciación*.  
<https://www.igac.gov.co/>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Georreferenciación*.  
<https://www.igac.gov.co/>.
- International, S. (2024). *Sensors International* . <http://sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/georeferencing>.
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo: Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. San José, Costa Rica:  
[https://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr\\_may-08-2003.pdf](https://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf).
- Min ambiente. (2012). *Ministerio de ambiente*. Obtenido de Ministerio de ambiente:  
<https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/>
- Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015*. BOGOTA:  
[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_).
- NFPA., O. d. (2021). En I. s. ONU.

- NQA. (2019). *Guía de implementación ISO 22301:2019 – Sistemas de gestión de la continuidad del negocio*. <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-22301-Guia-de-implantacion.pdf>.
- pública, G. d. (2018). <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/Dimension-saludpublica-emergenciasydesastres.pdf>.
- Sampieri, R. (2006). Metodología de la investigación. Obtenido de <https://portaprodti.wordpress.com/enfoque-cualitativo-y-cuantitativo-segun-hernandez-sampieri/>
- Surcolombiana, U. (2018). *Implementación de un sistema de información geográfica para la vigilancia epidemiológica en la ciudad de Neiva*. Neiva : <https://repositoriousco.co/jspui/handle/123456789/353>.
- Taylor, B. M. (2015). *Spatial Modelling of Emergency Service Response Times*. web.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (s.f.). *egunda actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2030*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD/PNGRD-2da-actualizacion.pdf>.
- Vanegas, M. (2016). *Desarrollo e implementación de un sistema de información geográfica orientado a los Bomberos de Palmira*.

