

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA GESTIÓN EN ATENCIÓN DE
EMERGENCIAS DE LOS BOMBEROS DE PALMIRA.**

**ERIKA JOHANA MOYA VANEGAS
INGENIERA TOPOGRÁFICA**



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2016**

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA GESTIÓN EN ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE LOS BOMBEROS DE PALMIRA.

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2016**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme esta oportunidad.

A mis padres y hermanos por su apoyo emocional y físico en el desempeño de este trabajo.

Al Comandante del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Palmira, Capitán William Moya Martínez, quien desempeñó un papel de apoyo en los requerimientos que necesité para la elaboración de este trabajo.

A Jenny Karime Aguirre, Ingeniera de Sistemas del cuerpo de Bomberos, quien desempeñó un papel muy importante para la elaboración del aplicativo web.

CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN	12
1.2. DELIMITACIÓN	13
1.3. FORMULACIÓN	14
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	15
2.1. HIPÓTESIS	15
2.2. OBJETIVO GENERAL.....	15
2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
4. MARCO CONCEPTUAL.....	17
4.1. CONCEPTOS DE SIG.....	17
4.2. MARCO TEORICO.....	19
4.2.1. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EXISTENTE	20
4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS.....	20
4.2.3. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN	20
4.2.4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE	21
4.2.5. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS	21
4.2.6. DISEÑO DEL SISTEMA	21
4.2.7. DESARROLLO Y APLICACIONES	22
4.2.8. PRUEBA DEL S.I.G.....	22
4.2.9. IMPLEMENTACIÓN	23
4.3. ANTECEDENTES	23
5. METODOLOGÍA.....	26
5.1. TIPO DE TRABAJO	26
5.2. PROCEDIMIENTO	26
5.2.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO Y ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	26
5.2.2. FASE 2: DISEÑO.....	29
5.2.3. FASE 3: IMPLEMENTACIÓN	38
5.2.4. FASE 4: MANTENIMIENTO	40
6. RESULTADOS	41
6.1. CONEXIÓN WEB:.....	41
6.2. INGRESO ADMINISTRADOR:	42

6.3. INGRESO VISITANTES:	44
6.4. DOCUMENTACIÓN:	46
6.5. METADATOS:	48
7. CONCLUSIONES	50
8. RECOMENDACIONES	51
9. BIBLIOGRAFÍA	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen tomada de (Espinoza & Ordoñez, 2003).....	13
Figura 2, Diagrama de Flujo de la metodología propuesta para un SIG.....	19
Figura 3, Diseño del modelo de datos.....	22
Figura 4, Fases para el desarrollo del sistema. Fuente: Propia.....	26
Figura 5, Zona de estudio del municipio de Palmira, Fuente: Secretaría de Planeación municipal, 2015	27
Figura 6, Metodología para elaborar una aplicación SIG, Fuente: (Rudas, 2008).....	30
Figura 7, Arquitectura del sistema. Tomado de Mantilla, Arroyo y Pérez. 2015. U. Manizales	32
Figura 8, Modelo Relacional. Fuente: Propia- (MYSQL Workbench 6.2).....	34
Figura 9, Archivos en formato .dwg suministrados por Aquaoccidente S.A.S	38
Figura 10, Información de formato dwg a .shp Fuente: Propia	39
Figura 11, Arquitectura del Sistema para la aplicación Web. Fuente: Propia	40
Figura 12, Interfaz Web de acceso al Geoportal.....	41
Figura 13, Visor Administrador.....	42
Figura 14, Consulta de Industrias y su actividad.....	42
Figura 15, Administrador de documentos.	43
Figura 16, Administrador de Metadatos.	43
Figura 17, Administrador de Usuarios. Crear cuentas.	44
Figura 18, Acceso al visor Invitado	44
Figura 19, Geovisor para los usuarios invitados.	45
Figura 20, Panel de capas contenidas en el visor delos usuarios invitado.....	45
Figura 21, Consulta espacial de los equipamientos.....	46
Figura 22, Botón de ingreso a documentos	46
Figura 23, Repositorio de documentación (manual de usuario).....	47
Figura 24, Manual de usuario del sistema	47
Figura 25, Que es un metadato. Fuente: ICDE 2015.....	48
Figura 26, Botón de ingreso a os metadatos.	48
Figura 27, Ingreso a los Metadatos.....	49
Figura 28, Metadato, utilizando CatMEDit, estándar ISO 19115. Elaboración: Propia ..	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1, Adquisición de la Información. Fuente: Propia.....	28
Tabla 2, Elementos activos del sistema. Fuente: Propia.	33
Tabla 3, Especificaciones del equipo de cómputo.	36

GLOSARIO

- **BASE DE DATOS:** Una base de datos es un “depósito de datos” que permite almacenar grandes cantidades de información de forma organizada para luego ser encontrada y utilizada fácilmente.
- **CARTOGRAFIA BASE:** Son mapas que proveen el contorno de un lugar, ya sea un municipio, una ciudad, un país o un continente. Representan las características físicas más importantes de los lugares. Para el caso colombiano, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC- es el encargado de levantar la información geológica y topográfica para elaborar la cartografía básica de Colombia.

El contorno de los lugares cambia con el paso del tiempo, por lo que los mapas deben ser actualizados constantemente

- **CARTOGRAFIA TEMATICA:** o de propósito particular es aquel cuyo objetivo es localizar características o fenómenos particulares. El contenido puede abarcar diversos aspectos: desde información histórica, política o económica, hasta fenómenos naturales como el clima, la vegetación o la geología.
- **COORDENADAS:** Hace referencia a un punto con valores X, y Y en el espacio que marcar la ubicación exacta de ese punto, sobre un plano cartesiano. La coordenada es un elemento muy importante, ya que se utiliza para ubicar espacialmente un lugar. Existen coordenadas planas (Norte, Este) y geográficas (Latitud y Longitud)
- **EMERGENCIAS:** Una emergencia es una atención de forma urgente y totalmente imprevista, ya sea por causa de accidente o suceso inesperado. El termino emergencia suele ser utilizado por la mayoría de las personas para conjeturar una situación que se salió de control y como consecuencia, provocó un desastre. En la actualidad, podemos distinguir entre distintos tipos de emergencias:
 - Emergencia ecológica
 - Emergencia sanitaria
 - Emergencia por intervenciones andrógenas
 - Estado de emergencia
 - Emergencia médica
 - Sistema de emergencia.

- **EQUIPAMIENTOS:** El sistema de equipamientos es el conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos servicios sociales de carácter formativo, cultural, educativo, de salud, de culto, de bienestar social, deportivo y recreativo, así como a prestar apoyo funcional a la administración pública y a los servicios urbanos básicos de la ciudad.
- **GEOVISOR:** Permite a los usuarios visualizar las capas almacenadas e implementadas en el Sistema de Información Geográfica, que además de relacionar espacialmente la información generada, permite la consulta permanente por parte de los usuarios interesados en el tema, apoyando así de manera directa los sectores involucrados.
- **HIDRANTES:** Un hidrante es un dispositivo hidráulico de lucha contra incendios constituido esencialmente por un conjunto de válvulas y racores, conectado a la red de abastecimiento y destinado a suministrar agua en caso de incendio. Los hidrantes pueden estar instalados en lugares públicos o privados. Normalmente NO se utilizan para suprimir los incendios, principalmente su uso está destinado para Suministrar agua a los camiones de bomberos con objeto de reponer la utilizada para la extinción.
- **SHAPEFILE:** Un shapefile es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos.
- **SIG:** Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una integración organizada de *hardware*, *software* y *datos geográficos* diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.
- **TOPOLOGIA:** La topología se define cómo las entidades de puntos, líneas y polígonos comparten una geometría coincidente.

RESUMEN

Este trabajo pretende mostrar cómo se implementa un SIG, visualizando la distribución de los equipamientos que sirven para la atención de una emergencia en la ciudad de Palmira, debido al crecimiento potencial de la ciudad, se hace necesario no solo la cuantificación de los equipamientos, sino también, la localización y la respectiva actividad que estas industrias realizan, con el objeto primordial de tomar decisiones en caso de un siniestro en estos lugares. Esta metodología utilizada, parte de la necesidad de implementar una base de datos espacial como plataforma para realizar un SIG para los Bomberos Voluntarios de Palmira, cumpliendo con el objeto principal de un Sistema de Información Geográfica, el cual consiste en dar apoyo a la toma de decisiones.

Trabajos de este tipo, permiten a los usuarios, tanto internos como externos de la institución tener un fácil acceso a la plataforma del geovisor, desde cualquier lugar, hora y dispositivo móvil o de escritorio. Limitando la información a dos tipos de usuario: invitado y administrador, esto con el objeto de proteger los datos que solo son utilizados por el Cuerpo de Bomberos de Palmira de manera institucional.

Palabras claves: *Geovisor, Sistema de Información Geográfica, Equipamientos, Base de Datos.*

ABSTRACT

The present work portends to show how a SIG is implemented, visualizing the distribution of the equipment used in the emergency response in the region of Palmira, due to the potential growth of the city, not just the quantification of this equipment, but also the location and the respective activity of these industries with the main objective to make decisions in a damage case in this places. The present methodology, comes from the need to apply a spatial database as a platform to perform a SIG for the Volunteer Fire Department, meeting the main goal of a Geographic Information System (SIG) to support a decision-making process.

This type of works allows the internal and external users of the institution, have an easy access to the geovisor platform from any place or time on one's mobile or desktop device. Restricting the users' two types of information: guest and administrator, for the main reason of protecting the database of the Volunteer Fire Department of Palmira.

Keywords: *Geovisor, Geographic Information System (SIG), Equipment, Database*

INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Información Geográfica, es un conjunto de datos, numéricos, herramientas y equipo técnico que analizan el terreno y elementos georreferenciados, los cuales contienen parámetros que nos dan la posición de los datos a estudiar en un sistema de referencia. De esta manera, a un SIG se le pueden hacer diversas preguntas asociadas a una información de tipo geográfica plenamente identificada y georreferenciada. Para partir de ellos proveer información que identifica la ubicación y las características de elementos naturales, elementos construidos por el hombre (vías, edificaciones, redes de energía, etc.) y límites territoriales.

“Los bomberos de todo el mundo están descubriendo que Big Data y la tecnología móvil basada en la nube son algunas de las mejores armas para luchar - e incluso prevenir - incendios. Con el acceso a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las redes sociales, equipos contra incendios son más capaces de anticipar, planificar y actuar con mayor eficacia en situaciones de emergencia” (Schöttke, 2014.)

Implementar un SIG como usuario-servidor para el cuerpo de Bomberos Voluntarios de Palmira busca la conformación de un Sistema de Información para la atención de emergencias dentro del territorio municipal, cuyo objetivo central es contribuir a una eficiente y oportuna toma de decisiones, apoyando a los actores - autoridades e instancias - en el sistema de ejecución de una emergencia a nivel local, con una herramienta tecnológica que soporte la planificación, y gestión, además, sea fuente de información para el cuerpo de Bomberos.

Este SIG, pretende proveer de información, cuando, donde y como se requiera, mediante un visor web, de esta manera se ayuda localizar el entorno de una emergencia (equipamientos para la atención, de seguridad, educativos y de salud). También, en el caso de las industrias del municipio, su localización exacta, y cuál es su actividad. Para a futuro crear planes de contingencia que minimicen el tiempo de riesgo de la población aledaña.

El alcance de este proyecto corresponde a la metodología que implica el desarrollo e implementación de un SIG con la información disponible por los diversos entes que conforman el municipio, la cual debe ser procesada y depurada de forma que sea unificada con el sistema y cumpla con los requerimientos propuestos en la metodología, el desarrollo del SIG corresponde al manejo de software libre con el fin principal de evitar licencias de alto costo y limitaciones de instalación en los diferentes terminales.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN

La tarea principal de los bomberos es salvar vidas en los diversos tipos de emergencias. Por tal motivo, disponen de vehículos en el que tienen no sólo equipo para apagar el fuego sino también para ayudar en otras situaciones de urgencia.

Muchos municipios de Colombia, se encuentran expuestos a amenazas de origen natural, relacionados con: fenómenos de remoción en masa, inundaciones y amenaza sísmica; de igual modo sobre la población ocurren amenazas de origen antrópico no intencional relacionadas con: incendios forestales y estructurales, accidentes tecnológicos, viales y por eventos ocurridos durante aglomeraciones de público¹.

La misión del cuerpo de Bomberos de Palmira es ser eficaces, eficientes y oportunos referentes a la prevención, control y atención de incendios y calamidades defendiendo la vida y protegiendo los bienes de los palmiranos², en función de la mejor calidad de vida; es por esta razón por lo cual inconvenientes ocasionales como la existencia de retraso en la atención oportuna de emergencias sería el principal problema para el cumplimiento de su misión.

Los Bomberos de Palmira atienden muchas de las emergencias de la ciudad, razón por la cual, es de vital importancia que estos no tengan retraso en la atención de las mismas, presentándose casos en los que no son atendidos por ellos.

Esta deficiencia se da en algunos casos por factores de tráfico: Por su localización, Palmira es un punto de encuentro de grandes vías, hecho que implica una gran concentración de vehículos de entrada y de salida con respecto a los otros municipios del subsistema, consolidando una estructura muy sólida al interior y al exterior del municipio. Los dos ejes viales de mayor importancia de la cabecera municipal en la actualidad, son los corredores de la Carrera 28 y de la Calle 42, puesto que, por estas vías se concentra el mayor tránsito y son los dos ejes viales conectores de la ciudad.

Estos problemas de deficiencia a la hora de atender un siniestro son un factor global común para los cuerpos de bomberos, no por falta de profesionalismo o compromiso, sino porque cada vez se refleja más la necesidad de implementar tecnologías que ayuden al hombre a la hora de realizar su trabajo.

Durante el 2013 y 2014 el tandeo de agua (Distribución del agua de riego alternativamente o por tandas) en el municipio de Ensenada (Cespe, Baja California) afectó la efectividad del cuerpo de bomberos debido a que era común que los hidrantes estuvieran vacíos en el momento de atender un incendio.

¹ Fondo de prevención y atención de (López) emergencias, Mayo 2012.

² Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Palmira. Misión y visión.

Para mejorar la efectividad del departamento de Bomberos al momento de atender una emergencia, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) presentó un programa de información geográfica especial para la corporación.

Con este sistema podrán ubicar de una forma moderna e inteligente todo lo que se maneja en CESPE y particularmente en este caso la ubicación y estado de los hidrantes, así antes de que el personal se suba a la bombera va a saber cuál es la terminal a la que se va a conectar (Lamas, 2014)

Un minuto ganado para recurrir a un siniestro puede significar una vida. Consciente de ello, el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile desarrollo un sistema digital y en línea que permite a Bomberos decidir la ruta más rápida, gracias a las tecnologías de georreferenciación disponibles. (Espinoza & Ordoñez, 2003) .

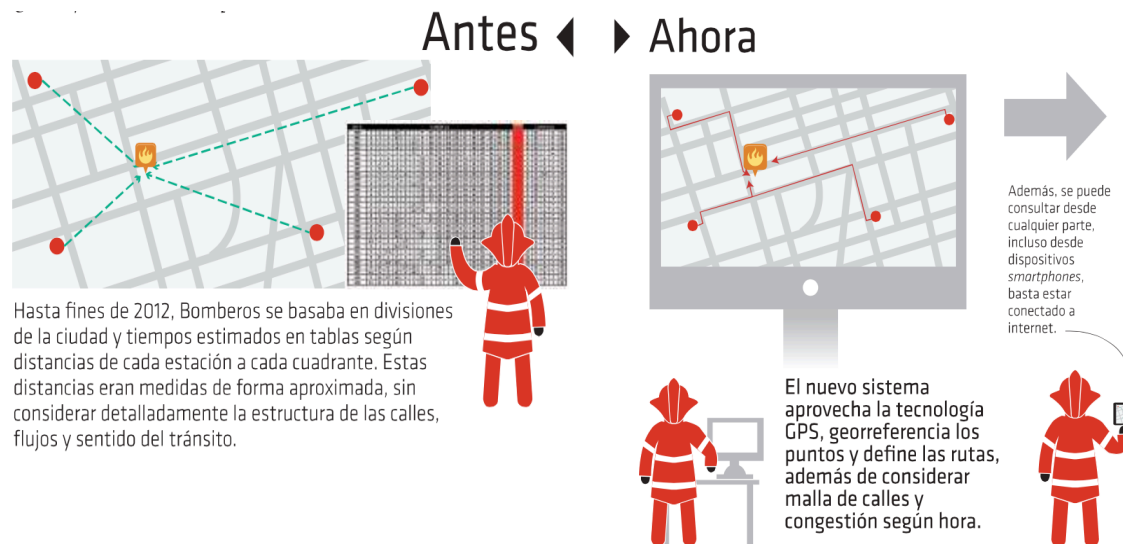


Figura 1. Imagen tomada de (Espinoza & Ordoñez, 2003)

1.2. DELIMITACIÓN

El espacio de estudio, abarca el centro urbano del municipio de Palmira, realizando el análisis del crecimiento potencial del municipio, y por lo tanto la prestación de servicios de atención y cobertura de emergencias del cuerpo de bomberos de Palmira, esto con el fin de salvaguardar la labor principal de la institución, salvar vidas y proteger bienes de los ciudadanos. Por otro lado el cuerpo de bomberos estará disponible para ofrecer los recursos de datos que se necesiten para el desarrollo de la aplicación.

1.3. FORMULACIÓN

En los últimos años el municipio de Palmira ha venido creciendo paulatinamente, siendo notorio el aumento gradual tanto de la población como del tráfico vehicular, lo que ha generado problemas de movilidad y accesibilidad para la atención oportuna de emergencias, por otro lado la expansión urbana hace que se demande mayor información de los equipamientos de servicios que se requieren a la hora de atender una emergencia, por tal motivo es importante para las entidades de socorro cuantificar e identificar cuáles son y donde se ubican dichos equipamientos.

En el municipio de Palmira, el cuerpo de bomberos atiende toda clase de emergencias que van desde incendios, hasta accidentes de tránsito, la demora en la atención, puede poner en riesgo la vida e integridad física de las personas.

En resumen, la pregunta que guía este proyecto es ¿Cómo mejorar la respuesta a la atención de emergencias recibidas por el cuerpo de bomberos del municipio de Palmira?

2. HIPÓTESIS y OBJETIVOS

2.1. HIPÓTESIS

¿La implementación de un Sistema de Información Geográfica permitirá mejorar la respuesta a la atención de emergencias in situ por los bomberos de Palmira?

2.2. OBJETIVO GENERAL

Implementar un Sistema de Información Geográfica para la gestión de la atención de emergencias del cuerpo de Bomberos de Palmira, que contenga información referente a equipamientos.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar las industrias que se encuentran dentro del área urbana de municipio con su respectiva actividad, para la atención de emergencias en ellas.
- Cuantificar los equipamientos más necesitados por el cuerpo de bomberos para la atención eficiente de una emergencia.
- Implementar un portal web que permita a los bomberos realizar consultas periódicas de los lugares con mayor índice de emergencias

3. JUSTIFICACIÓN

La misión del cuerpo de bomberos de Palmira consiste en prestar servicios eficaces, eficientes y oportunos en lo referente a la prevención y control de incendios y demás calamidades conexas, salvaguardando la vida y protegiendo los bienes normalmente en el territorio del municipio de Palmira y extraordinariamente en todo el territorio departamental o nacional.

Con el crecimiento urbano incrementa la cobertura en la demanda del servicio de bomberos por tal motivo se deben utilizar diversas herramientas para la gestión de la atención de emergencias.

Según la ley 1523 del 2012, la gestión del riesgo es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y la evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible. Esta misma ley en su artículo 24 incluye a los bomberos dentro del comité para el manejo de desastres. Por este motivo, la implementación de un Sistema de Información Geográfica para el manejo de la atención y registro de emergencias generara un impacto positivo en la Gestión del Riesgo del municipio.

El SIG entrega un soporte para la toma de decisiones en la planificación, preparación, mitigación, respuesta y manejo de incidentes. El Sistema extiende las capacidades de simples mapas, integrando mapas interactivos que cuentan con acceso a todo tipo de información y análisis. Más importante aún los SIG proveen la información cuándo, dónde y cómo se requiera, ayudando a localizar los equipamientos que se necesiten antes de llegar a la zona de la emergencia, mejorando los tiempos de respuesta.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. CONCEPTOS DE SIG.

¿QUE ES UN SIG?

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son el conjunto de métodos, herramientas, y actividades que actúan coordinada y sistemáticamente para recolectar, almacenar, validar, actualizar, manipular, integrar, analizar extraer y desplegar información, tanto grafica como descriptiva de los elementos considerados, con el fin de satisfacer múltiples propósitos³.

De acuerdo al IGAC, los componentes de un SIG son los mismos que para cualquier sistema de información: **hardware, software, procesos, datos, recursos humanos.**

- **Hardware:** Este componente representa el soporte físico del SIG. Está conformado por las computadoras donde se desarrollan las distintas tareas de administración y operación del sistema, por los servidores donde se almacenan los datos y se ejecutan ciertos procesos, y todos los componentes de la red informática.⁴
- **Software:** Los software SIG corren en un amplio rango de tipos de computadores, desde equipos centralizados hasta configuraciones individuales o de red. Una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación. Los componentes son la CPU y los dispositivos; La CPU está compuesta por un procesador, la tarjeta madre, la memoria RAM y un sistema de comunicación entre los elementos.⁵
- **Procesos:** Se refieren a la manera en que los datos serán recuperados, ingresados al sistema, almacenados, manejados, transformados, analizados y finalmente presentados (salida final), esto según las características del software y el equipamiento disponibles, los circuitos administrativos de cada organización y las reglas del arte propias de cada disciplina (James Madison University, 2004). Para llevar a cabo un procedimiento deben realizarse varias actividades, las cuales definen la función de un sistema de información.
- **Datos:** Son un conjunto de señales o signos con un significado particular. «Son una colección de hechos considerados de forma aislada» (NCGIA, 1990). Los datos son la materia prima que permite a los SIG realizar análisis espaciales, simulando el comportamiento de los fenómenos del mundo real y pueden ser:
 - ✓ Numéricos.
 - ✓ Alfanuméricos: letras y números, tablas.

³ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Conceptos Básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y Aplicaciones en América Latina. Bogotá: s.e., 1995. p.11

⁴ UNLP - Maestría en Geomática Libro: Pensando en SIG - Tomlinson

⁵ INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC).Tutorial Fundamentos de SIG, Bogotá, 2004.

- ✓ Gráficos: mapas, fotografías, etc.
 - ✓ Geográficos: están orientados espacialmente
- **Recursos humanos:** Al diseñar e implementar un SIG, deben identificarse claramente los distintos roles de los recursos humanos clave. Además de los usuarios finales, normalmente es imprescindible la conformación de áreas que sirvan de soporte especializado al sistema, donde pueden encontrarse programadores, analistas de sistemas, administradores de bases de datos, especialistas en cartografía, etc.⁶

MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA

Este modelo representa el objetivo del sistema partiendo de los elementos y la función que estos cumplen dentro del sistema y su relación.

Este modelo presenta la relación entre las necesidades del usuario y las respuestas que genera el sistema para satisfacerlas, mostrándolas de manera jerarquizada, además muestra los elementos, define que representa cada uno, sus relaciones, software, y personal requerido para su administración.

MODELO LÓGICO DEL SISTEMA

Una vez establecido el modelo conceptual del problema o situación, el diseño lógico de los datos permite que estos se puedan representar usando de manera eficiente posibles recursos para estructurar datos y modelar restricciones disponibles en el modelo lógico. El modelo lógico expresa el diseño de las tablas asociadas a cada entidad.

MODELO DE DATOS

La base de datos espacial de un SIG es una representación digital con base en objetos discretos de un modelo del mundo real. Una base de datos espacial es una serie de datos referenciados en el espacio que funciona como un modelo de la realidad (Whitten, 1996). Las reglas según las cuales se modela al mundo real por medio de objetos discretos constituyen el modelo de datos.

MODELO CARTOGRÁFICO

El modelo cartográfico consiste en emplear las características mínimas para la adecuada y correcta edición, con el fin de estandarizar los formatos, permitiendo al usuario una cómoda visualización con el entorno gráfico de consulta, como también los elementos y símbolos cartográficos que se encuentren en el sistema.

⁶ UNLP - Maestría en Geomática Libro: Pensando en SIG - Tomlinson

Dentro del modelo cartográfico se encuentra la simbología, la cual estará representada con tres entidades: puntos, líneas y polígonos.

Existen dos tipos de modelos de datos cartográficos:

- Modelo de datos de tipo vector: Son aquellos Sistemas de Información Geográfica que utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico para la descripción de los objetos geográficos.
- Modelo de datos de tipo Raster: A diferencia del modelo de datos de tipo vector, en el que la unidad de almacenamiento es el punto, la línea o el polígono, en el modelo de datos raster el área de estudio es subdividida en cuadrículas regulares (celdas) para representar la parte más pequeña de la superficie de la Tierra. (Chang, 2004)

MODELO FISICO

El modelo físico se busca estar lo más cercano posible a la implementación del sistema basado en los cuatro modelos anteriores (Datos, Lógico, Cartográfico y Conceptual). Se especifican los equipos, programas y software requerido. Este modelo establece la forma en que se almacenaran los daros y bajo qué parámetros se procesaran para obtener la información deseada.

4.2. MARCO TEORICO

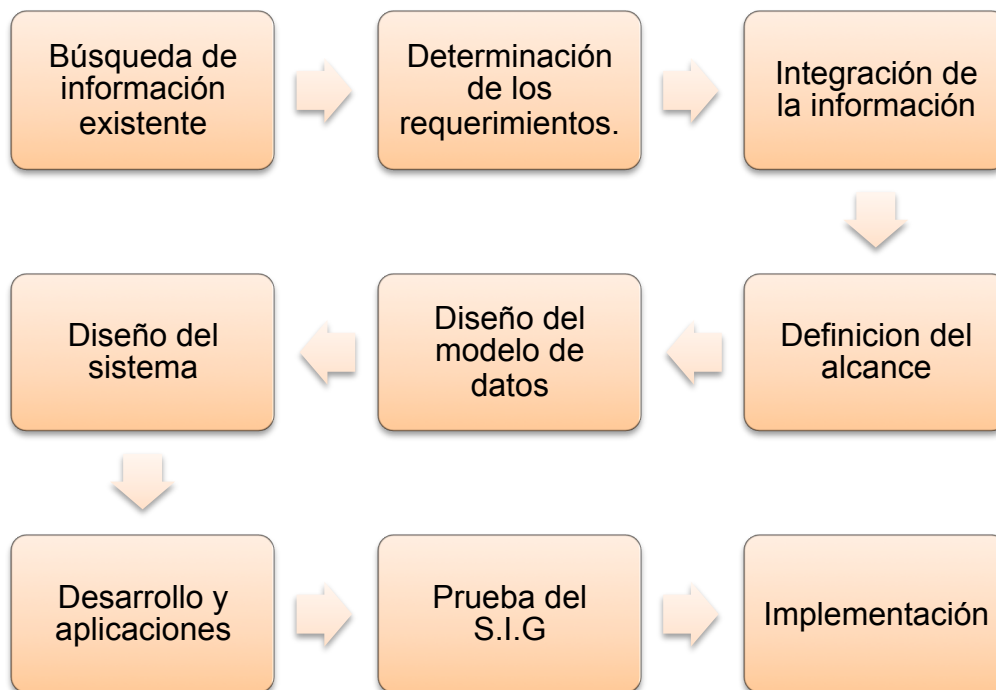


Figura 2, Diagrama de Flujo de la metodología propuesta para un SIG

4.2.1. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Recolección de la información de todas instituciones que manejen información para la elaboración del SIG, tales como: la secretaría de Planeación, secretaría de Salud, Cuerpo de Bomberos de Palmira, y empresas prestadoras de servicios públicos, para recolectar información como la siguiente:

- Ubicación de los equipamientos de emergencias: Localización espacial de hidrantes y las características propias de estos, tales como la presión, capacidad, diámetro, etc...).
- Ubicación de los equipamientos de salud (puestos de salud y hospitales del municipio).
- Ubicación de las entidades de manejo de emergencias.
- Ubicación de las empresas con riesgos peligrosos y el tipo de producto que manejan.

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS.

El levantamiento de requerimientos es parte fundamental en el desarrollo del sistema, ya que en este se definen las necesidades cliente. En este proceso se debe analizar y valorar la información disponible para la ejecución e implementación del sistema de acuerdo a lo que pide el cliente, en este caso, reunión con el cuerpo de bomberos de la ciudad de Palmira.

4.2.3. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información recolectada estará de dos maneras:

- **Información espacial:** Debe ser representada sobre la cartografía base del municipio a una escala 1:10.000, correspondiente a la zona de estudio. La información a utilizar es:
 1. Información operativa: Datos de puntuales de localización de las entidades y/o instituciones que el usuario desea consultar en el momento de la emergencia, generados como respuesta que brinde el sistema; dichos puntos de materiales peligrosos y de emergencias frecuentes.
 2. Información informativa: nomenclatura vial, barrios, hidrantes, hospitales, comunas, sistemas de coordenada. Para las industrias localización, actividad de industria o comercio, y teléfono de contacto.
- **Información alfanumérica:** Es la información o atributos de las variables anteriores como son: nombre de la entidad, dirección de la entidad, servicios que ofrecen, etc.

4.2.4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

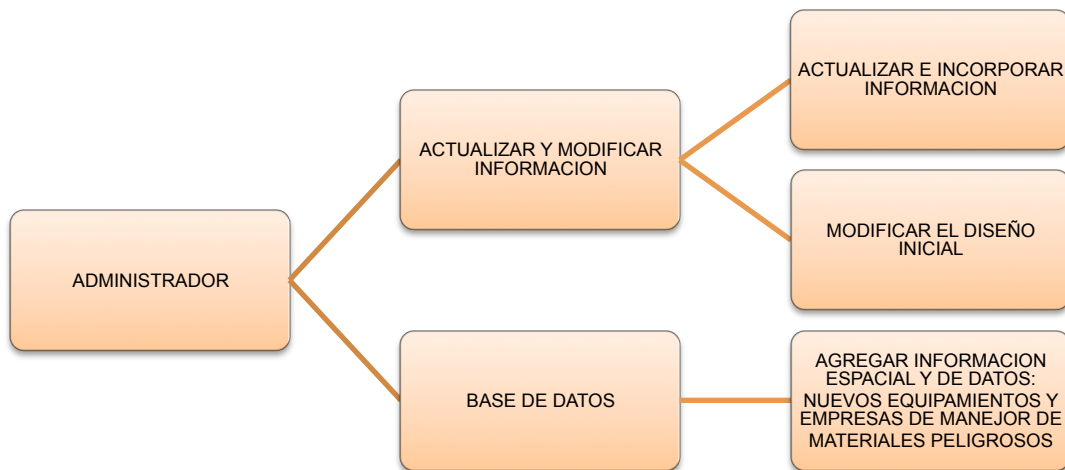
La aplicación a desarrollar permite la interacción fácil con el usuario, en este caso el cuerpo de bomberos de Palmira los cuales podrán acceder a la ubicación espacial del incidente, y visualizar los equipamientos que necesite para la atención de la emergencia, de igual manera, los lugares donde se maneja materiales peligrosos. Ya que estos, necesitan un manejo especial a la hora de ser atendidos.

Además de obtener información adicional sobre variables de interés en el momento de la atención de emergencias, tales como, hospitales, centros de salud e hidrantes, quienes tendrán asociadas características propias de ellos, que son de gran importancia en la atención de una emergencia. Los hidrantes estarán clasificados según su capacidad.

4.2.5. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Los datos para estos elementos son de tipo alfanumérico y representan el nombre, coordenadas y características de cada uno.

4.2.6. DISEÑO DEL SISTEMA



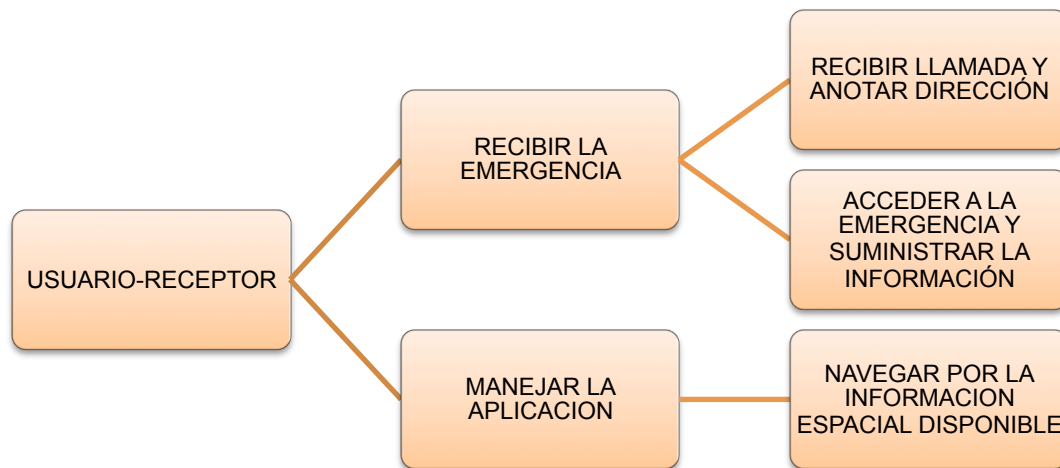


Figura 3, Diseño del modelo de datos

4.2.7. DESARROLLO Y APLICACIONES

El desarrollo del Sistema de Información Geográfica para el manejo de desastres busca estar lo más cercano posible a la implementación del sistema basado en los pasos anteriores. Se especifican los equipos, programas y software requerido. En el desarrollo se establece la forma en que se almacenaran los datos y bajo qué parámetros se procesaran para obtener la información deseada.

Se debe tener en cuenta para la implementación del sistema lo siguiente:

Para el correcto funcionamiento del sistema son necesarios unos requerimientos en cuanto al software y hardware.

4.2.8. PRUEBA DEL S.I.G

Consiste en la construcción del nuevo sistema y el funcionamiento diario de dicho sistema. Las fases de implantación consiste en: probar las redes y las bases de datos, Construir y probar las aplicaciones, instalar y probar el nuevo sistema, entregar el sistema para puesta en funcionamiento.⁷

⁷ Jhonny Cárdenas Velasco, y otros. Desarrollo e implementación de un Sistema de Información Geográfica aplicado en la comuna 02 para estructurar y administrar la base de datos de la subdirección de catastro en el municipio de Santiago de Cali- Trabajo de Grado de Especialista en SIG- Universidad de Manizales- 2014

4.2.9. IMPLEMENTACIÓN

Consiste básicamente, en “poner en marcha” el sistema. Incluye el mantenimiento de aplicaciones y mejoramiento del sistema, igual que la actualización del mismo. En esta etapa se incluyen actividades como: la recuperación de los datos si falla el sistema, las nuevas necesidades y la presentación y capacitación de las personas a cargo del manejo del SIG para los Bomberos.

4.3. ANTECEDENTES

LOS SIG APLICADOS A LOS CUERPOS DE BOMBEROS.

Los SIG son un potente sistema de gestión de la información con una capacidad para reunir, analizar y visualizar la información basada en la ubicación espacial. Debido a, que gran parte de la misión de servicio de bomberos depende de la ubicación (emergencias siempre suceden en un lugar o ubicación), SIG se ha convertido en un componente importante de plataformas de información construidos para apoyar a las organizaciones de servicios contra incendios.

Un SIG crea un mapa apilando diferentes capas de información, Las primeras capas en un mapa son casi siempre las divisiones políticas, grandes características naturales como el agua y las montañas, y las características comunes de infraestructura, como carreteras. Estas colecciones de datos se llaman mapas base; pues son la base para otras capas que contengan información acerca de otras características, tales como estaciones de bomberos, vehículos, bocas de riego, o ubicaciones de materiales peligrosos. SIG entonces puede representar todas las características que existen en un área específica de interés proporcionando a bomberos, socorristas, capitanes, jefes de bomberos y personal tecnológico una aproximación visual de información para conocimiento de la situación o de otras necesidades específicas en tiempo real, en el vehículo, en un dispositivo móvil, o en el centro de comando, lo que permite a los usuarios realizar evaluaciones rápidas y actuar con la mejor información disponible en todas las fases de la misión: la planificación, respuesta, recuperación y administración.

También se puede utilizar para compartir información vital para el público y para los organismos externos y entidades gubernamentales.

La planificación es esencial para el desarrollo de estrategias efectivas de prevención, protección y mitigación. El SIG permite al personal de servicio de bomberos realizar un análisis exhaustivo para apoyar el desarrollo de todo tipo de planes. Estos planes se basan en una comprensión más precisa de las vulnerabilidades, eventos potenciales, y los requisitos de implementación. (ESRI, 2012).

Se habla de desastre para referirse a un evento condensado en el tiempo y en el espacio, en el que una población corre grave peligro y sufre pérdidas tanto de vidas humanas y animales como de sus bienes físicos, lo que causa trastorno en la

estructura social de dicha población, como consecuencia se impide el cumplimiento de todas o de algunas de las funciones esenciales de esa sociedad. Muchos de los desastres no se pueden evitar, pero si se puede operar, y tomar decisiones en cada etapa de la ocurrencia, implementando políticas de contingencia. (WOLANSKY Silvia, 2003).

Sistemas de despacho para emergencias en grandes ciudades como Nueva York, Los Ángeles o Chicago utilizan despachos basados en distancias mínimas del incidente. Para eso consideran algún tipo de información en línea, como GPS, para determinar la ubicación y disposición del equipamiento y la emergencia, y de esta forma dar una respuesta más efectiva. Estos sistemas de despacho de emergencia son producidos actualmente por empresas especializadas en georreferenciación, comunicación y computación.

Un estudio realizado en la ciudad de Santiago de Chile por el departamento de ingeniería industrial de la **FCFM** (facultad de ciencias físicas y matemáticas- universidad de Chile), en colaboración con el cuerpo de bomberos de Santiago ha desarrollado una nueva forma de despachar vehículos de emergencias que toma en consideración el mapa de calles de Santiago, la congestión y la reversibilidad de las vías de acceso, considerando la incertidumbre presente en los tiempos de viaje y en las emergencias para desarrollar sistemas de despacho y localización que además puedan incluir criterios de riesgo. (Espinoza & Ordoñez, 2003)

En La ciudad de Santa Fe, Argentina. La catástrofe provocada por la crecida extraordinaria del río Salado en Santa Fe, en el Otoño del año 2003, que afectó a un tercio de la población y dejó pérdidas millonarias. Dejó en evidencia que no existía un plan de contingencia adecuada para permitir la evacuación ordenada de la población antes y durante el desastre y la carencia total de herramientas e información que permitiera tomar decisiones rápidas y eficientes para gestionar la emergencia.

En este contexto, (Pusineri, 2004) presenta un trabajo, como una propuesta para atender eficientemente situaciones similares que puedan ocurrir en el futuro. Estructurando un SIG, con temas cuyas tablas de atributos contienen información sobre el estado físico del área y características socio-económicas de la población, información referente a equipamientos e infraestructuras disponibles para gestionar emergencias hídricas (hospitales, escuelas, clubes, iglesias, sedes policiales y militares, bomberos, lugares destinados a centros de evacuación, depósitos, etc.), así como también accesos y redes de abastecimiento a la ciudad, vías y direcciones de evacuación e identificación de áreas urbanas con riesgo de inundación.

En Colombia tenemos como referencia dos trabajos de grado de la Universidad de Manizales; un SIG que busca adecuar la ubicación y distribución espacial de las estaciones de Bomberos en el área urbana del municipio de Santiago de Cali para el año 2014, para mejorar su operación en términos de estimación de cobertura y tiempos de respuesta (Navarrete Gallego & Torres Suárez, 2014). De igual manera analizamos un SIG implementado en la ciudad de Manizales por (Gutiérrez Sánchez & Sanchez

Jaramillo, 2008). El sistema está en la capacidad de generar reportes mensuales de los servicios que se prestan en la entidad y la posibilidad de calcular la ruta óptima para el desplazamiento desde la estación correspondiente al lugar del incidente, de acuerdo a criterios de distancia, congestión, estado de la vía, tipo de vía, número de carriles, tiempo y velocidad promedio del vehículo que sale a la atención de la emergencia.

En este caso el proyecto se centrará en implementar para el cuerpo de bomberos del municipio de Palmira un Sistema de Información Geográfica que contenga información referente a equipamientos tales como ubicación de centros de salud, centros educativos, hidrantes, empresas que manejan materiales peligrosos, etc., para una adecuada gestión de la atención y registro de futuras emergencias.

5. METODOLOGÍA.

5.1. TIPO DE TRABAJO

Este trabajo pretende mostrar un Geovisor que acceda a los Bomberos de Palmira visualizar el área de influencia de un siniestro, permitiéndoles ubicar de manera sencilla y rápida equipamientos que sirvan para la atención del mismo, también, pretende ubicar las industrias con sus respectivos materiales que en estas se trabajan, de esta manera, los bomberos sepan cómo deben actuar.

5.2. PROCEDIMIENTO

El desarrollo del trabajo contiene las siguientes fases metodológicas:

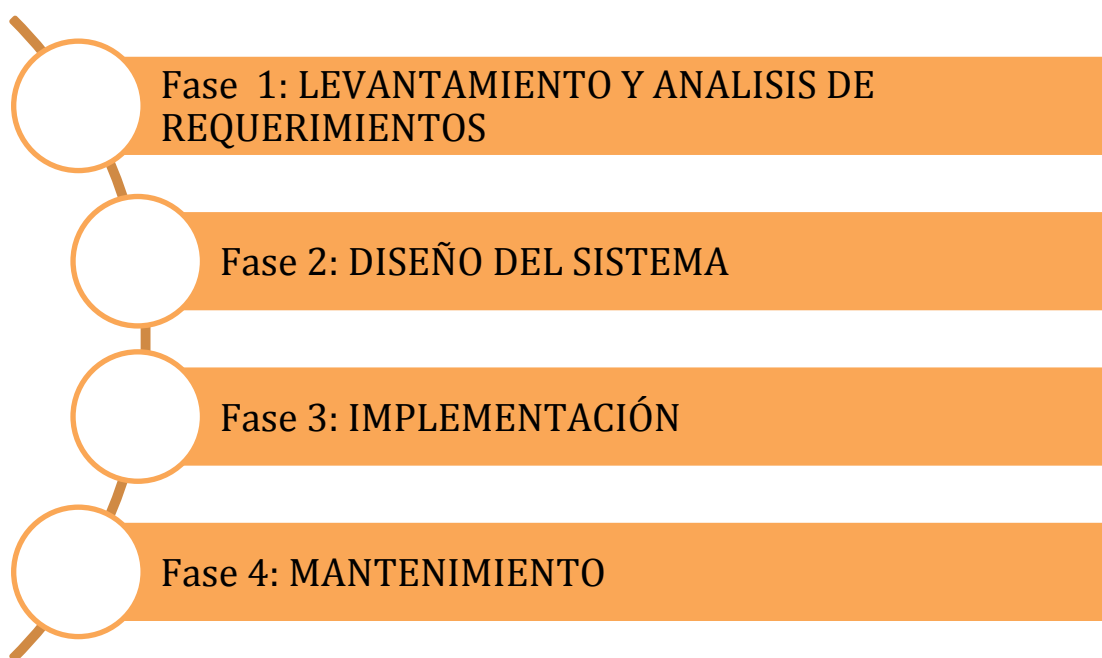


Figura 4, Fases para el desarrollo del sistema. Fuente: Propia

5.2.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO Y ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

- **Zona de estudio (definición del entorno del Sistema):** El Municipio de Palmira, se encuentra localizado en la región sur del Departamento del Valle del Cauca. Su cabecera está situada a 3°31'48" de latitud Norte y 76°81'13" de longitud al oeste de Greenwich. El área Municipal es de 1.162 Km² de los cuales 19,34 Km²

corresponden a la zona urbana. Sus pisos térmicos van desde el frío (Páramo de las Hermosas) hasta la zona cálida del Valle del río Cauca.⁸

Palmira cuenta con una población aproximada de 304.763 habitantes de acuerdo a proyecciones DANE, la ocupación demográfica del territorio del municipio de Palmira ha obedecido a la dinámica económica, donde se desarrolla la mayor tasa de ocupación del territorio en la cabecera municipal (80% de la población).⁹

Por lo anterior, se determina como proyecto piloto la implementación de un geovisor web para los Bomberos para la atención de emergencias en el sector urbano del Municipio de Palmira.

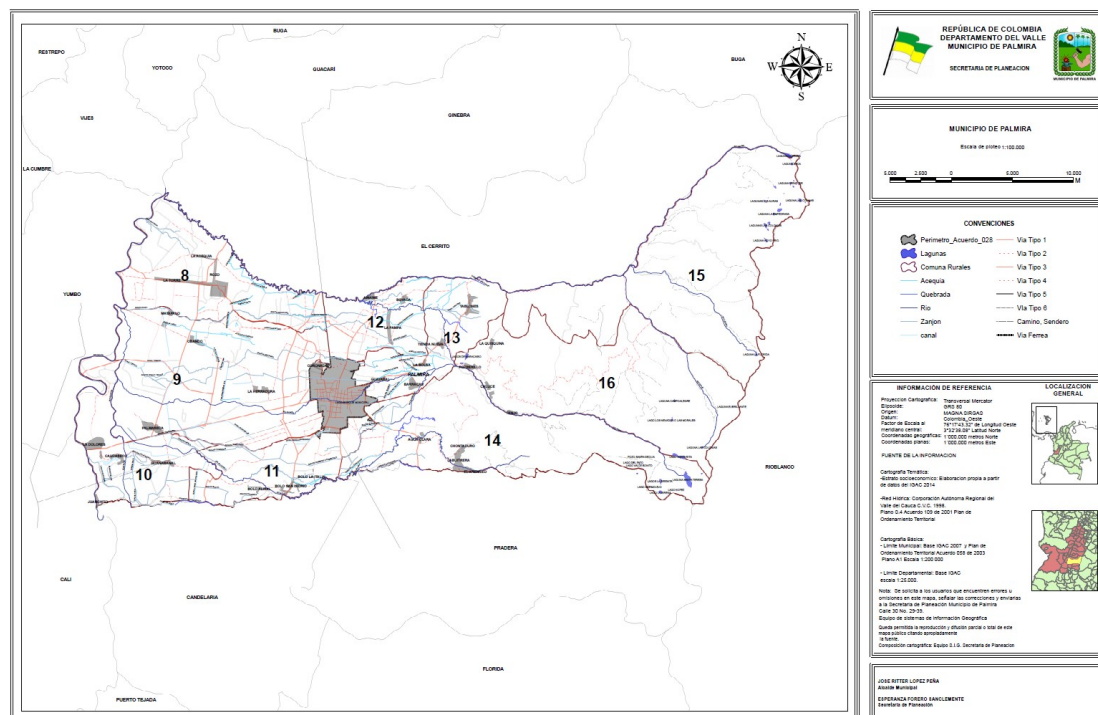


Figura 5, Zona de estudio del municipio de Palmira, Fuente: Secretaría de Planeación municipal, 2015

- **Determinación de los requerimientos:** Actualmente, el Cuerpo de Bomberos de Palmira, cuenta con una sola estación para la atención de sus emergencias en el área urbana del municipio, por lo tanto debe atender las necesidades de la población, estas necesidades van desde la atención de incendios hasta la atención de accidentes. Por lo tanto es fundamental para ellos contar con herramientas que faciliten su función como comando de prevención y atención de emergencias.

Según lo anterior, es necesario tener un inventario espacial de los equipamientos que les sirvan a los bomberos para la atención de las emergencias, también

⁸ Tomado del Anuario Estadística de Palmira – 2014.

⁹ Ficha técnica, secretaria de Planeación Municipal.

tener una compilación de las industrias de la ciudad, con sus respectivos materiales en ellos se producen, esto con el fin de saber el adecuado manejo antes de llegar al sitio.

Para el ingreso y visualización de la información se requiere:

- a) Acceso al sistema a través de internet.
- b) Para consulta de equipamientos e hidrantes, no se requiere usuario.
- c) Para consulta de industrias se requiere un usuario y contraseña.

- **Búsqueda e integración de la información:** Para el desarrollo del Geovisor web de los Bomberos, fue necesario utilizar información de capas, las cuales fueron suministradas por diversas entidades, la mayoría de estas se encontraban en archivos CAD, por consiguiente se realiza la conversión de la información a formato shapefile, antes de esto, los archivos CAD fueron corregidos, cerrando los nodos y editándolos topológicamente. Para las bases de datos, primero se filtra la información que se necesita y después se realiza un cruce de información.

Lo anterior se encuentra consignado en la siguiente tabla:

Información	Tipo	Entidad
Hidrantes	Puntos (.dwg)	Aquaoccidente
Zona Urbana	Polígono(.dwg)	Aquaoccidente
Barrios y comunas	Polígono (.dwg)	Secretaría de Planeación.
Industrias	Base de datos (.xlxs)	Cámara de Comercio
Equipamientos de Salud y seguridad	Puntos (shapefile)	Secretaría de Planeación.
Colegios	Puntos (shapefile)	Secretaría de Planeación
Vías	Líneas (shapefile)	Secretaría de Planeación.
Terrenos	Polígonos (.dwg)	Aquaoccidente

Tabla 1, Adquisición de la Información. Fuente: Propia

- **Definición del alcance:** El trabajo se va a delimitar en área urbana del municipio, por lo tanto es necesario la información competente a la cabecera municipal. Se pretende identificar los equipamientos necesarios para la atención de un incidente (hidrantes, equipamientos de salud, cañones de policía).

También, se pretende ofrecer una herramienta que permita ubicar las industrias y sus respectivos materiales de producción, esto con el objeto primordial de crear una base para atender un incidente en estas zonas.

- **Requerimientos del portal:** Para el diseño del portal se contara con dos tipos de información:
 - a) Información espacial: Es la representación gráfica del sistema en que se representa la cartográfica básica la cual es suministrada por la empresa de servicios públicos domiciliarios Aquaoccidente. Su función será parte administrativa e informativa del sistema de la siguiente manera:
 - Información informativa: Ejes viales, comunas, barrios, estaciones de policía, colegios, universidades, hospitales.
 - Información administrativa: Información anterior y de las industrias e hidrantes del municipio.
- b) Información alfanumérica: Esta información está asociada a la información contenida para la resolución de una emergencia en una industria. De igual manera la información de las estaciones de bomberos.

5.2.2. FASE 2: DISEÑO

Definido los requerimientos de los usuarios, el objetivo principal de esta fase es diseñar una herramienta que permita visualizar a los bomberos el sitio donde están ubicados los equipamientos, industrias e hidrantes de manera espacial, para la optimización de tiempos en el manejo de una emergencia.

Diseño del modelo de datos: Esta etapa representa la descripción de los elementos para la implementación y funcionamiento del Geovisor, durante esta fase, se realiza un esquema lógico de la operatividad del sistema mediante los siguientes componentes:

- Modelo conceptual del sistema
- Modelo lógico del sistema
- Modelo físico del sistema
- Modelo cartográfico del sistema

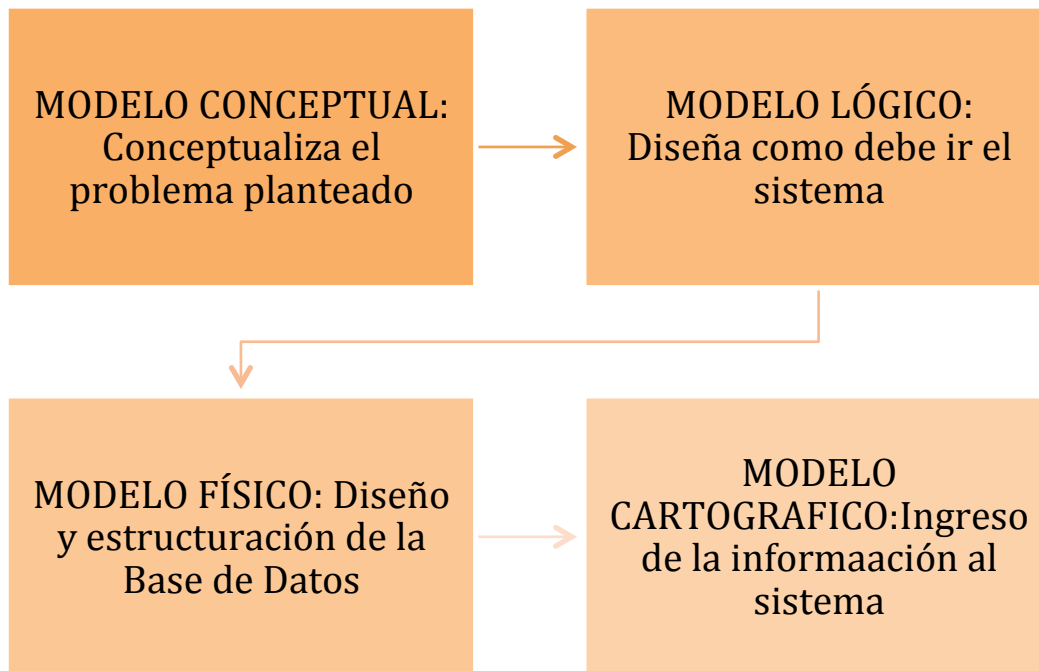


Figura 6, Metodología para elaborar una aplicación SIG, Fuente: (Rudas, 2008)

- **Modelo conceptual del sistema:**

Este modelo representa el objetivo del sistema partiendo de los elementos y la función que estos cumplen dentro del sistema y su relación. Aquí se presenta la relación entre las necesidades del usuario y las respuestas que genera el sistema para satisfacerlas, mostrándolas de manera jerarquizada, además muestra los elementos, define que representa cada uno, sus relaciones, software, y personal requerido para su administración.

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

- Ubicación de emergencias e industrias: Para la localización de estas se requiere de una persona operaria, la cual ingresará el posible lugar del siniestro por medio de la digitalización de la dirección en la base de datos. Los datos en este elemento (la emergencia) son de tipo texto; y el software para este tipo de implementación estará sujeto de acuerdo a lo requerido por el sistema (QGIS, postGIS), Y con estos datos ingresados en la base del sistema arrojaría al final de la consulta la ubicación espacial de la emergencia y de la industria.
- Entidades de apoyo: Están conformadas por hidrantes, servicios médicos, y estaciones de policía estos cumplen la función de ayudar a los bomberos durante y después de la emergencia.
- Equipamientos: Este lo conforman, los centros de salud, las escuelas y colegios y las universidades localizadas dentro de la ciudad.

MÓDULOS Y PROCESOS

Cada una de los procesos que se describirán a continuación depende entre sí, es necesario realizarlos en este orden o no se obtendrá el resultado esperado, debido a que cada proceso necesita del anterior resultado para ejecutarse.

1. Identificación de las industrias:

El sistema permitirá identificar la localización puntual de la industria, para este proceso el usuario deberá introducir al sistema la dirección de esta, el sistema automáticamente generara una visualización donde indicara el lugar señalado por el usuario.

2. Localización de equipamientos:

Previamente identificado el lugar de la emergencia el sistema estará en capacidad de mostrar las entidades de apoyo más cercanas para el control de esta, tales como hidrantes, entidades de prestación de servicio de salud, equipamientos educativos y estación de policía; el sistema generara como respuesta una visualización con las diferentes entidades y el usuario podrá obtener información adicional de cada una de estas seleccionándola.

Para entender de manera general cómo funciona el sistema, hay que asignar roles a los actores, de la siguiente manera:

- **Usuario administrador:** Ingresa con un registro de usuario y contraseña. A estos usuarios se les permite: Ingresar documentos, metadatos, y tienen acceso a la industrias y a los hidrantes.
- **Usuario Visitante:** Este ingresa como invitado, puede visualizar las capas que conforman el sistema. Pero no tienen acceso a todas ellas. Después que el usuario ingresa al sistema, encontrara una interfaz que le permitirá navegar sobre el mapa, permitiéndole ubicar los equipamientos de servicios que conforman la ciudad en su área urbana. También, el sistema cuenta con una serie de documentos para su uso y de unos metadatos.

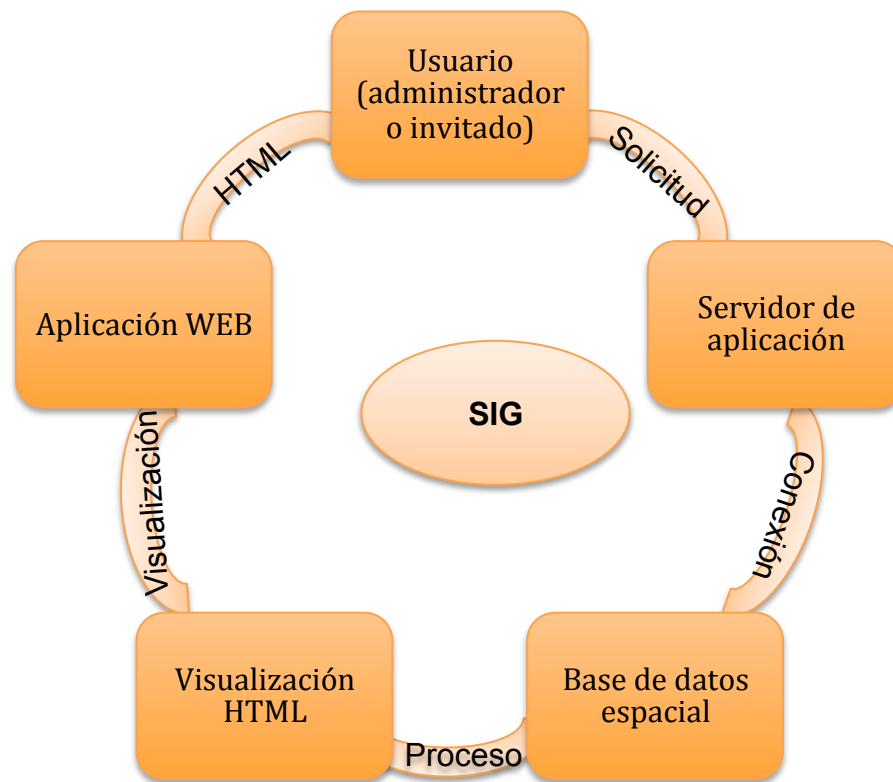


Figura 7, Arquitectura del sistema. Tomado de Mantilla, Arroyo y Pérez. 2015. U. Manizales

- **Modelo lógico del sistema:**

El modelo lógico expresa el diseño de las tablas asociadas a cada entidad, describiendo como se compone el sistema, para esto se asocia lo siguiente:

- Elementos del Sistema: Con base al modelo conceptual se identificaron elementos dentro del sistema, que para efectos de operatividad del sistema se han clasificado en activos o directos.
- Diseño de la Base de datos: Se constituye como el eje central del proyecto, esta almacena y relaciona la información alfanumérica con los atributo del sistema.

ELEMENTOS DEL SISTEMA- ACTIVOS O DIRECTOS: Son aquellos que intervienen de manera directa en la operatividad y funcionalidad del sistema, y que además son usados en gran proporción en la construcción de la solución. Estos son:

- Usuario
- Pregunta del Usuario
- Entidades de apoyo

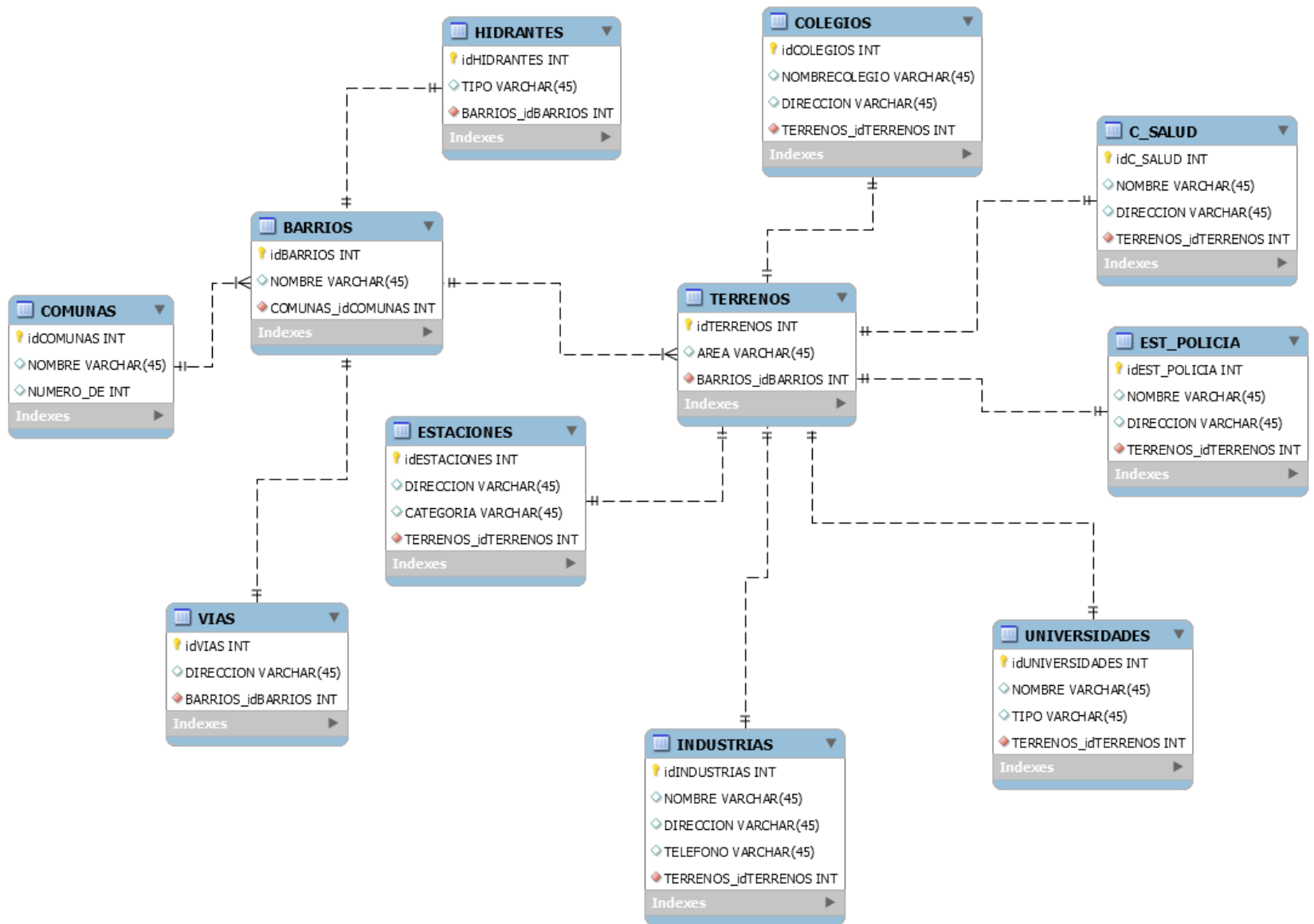
Entidades	Atributos	Representación	Tipo
Centros médicos	Id_ centro_médico Dirección geom	Puntos	Character varying
Universidades	Id_Universidades Nombre Geom	Puntos	Character Varying
Colegios	Id_Colegios Nombre Geom	Puntos	Character Varying
Cai's	Id_ cais dirección Geometría	Puntos	Character varying
Hidrantes	Id_hidrantes capacidad Geometría	Puntos	Character varying
Terrenos	Id_Terreno Dirección Área	Polígono	Character varying
Industrias	Id_industria Nombre Dirección Geometría	Polígono	Character varying
Vías	Id_via nomenclatura Geometría	Líneas	Character varying
Barrios	Id_barrios Área Geometría	Polígonos	String
Comunas	Id_comunas Area Geometria	Polígonos	Integer

Tabla 2, Elementos activos del sistema. Fuente: Propia.

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS: Para el almacenamiento de la información se construye una base de datos espacial, la cual es un esquema unificado de los datos e información tanto alfanumérico como espacial, con esta se permite la integración de los datos en el sistema, y a partir de allí la generación de las salidas del visor geográfico.

Para el repositorio de la información se crea una Base de Datos, esta se crea en postgres, con el objeto principal de alojar los datos que componen en sistema, además con ella se facilita la integración de los datos en el sistema y permite la fácil manipulación para su publicación en la Web.

De acuerdo a lo anterior, se realiza un esquema del Modelo Relacional del sistema, con sus respectivos comportamientos:



5.2.2.1. Modelo cartográfico del sistema:

El modelo cartográfico consiste en emplear las características mínimas para la adecuada y correcta edición, con el fin de estandarizar los formatos, permitiendo al usuario una cómoda visualización con el entorno gráfico de consulta, como también los elementos y símbolos cartográficos que se encuentren en el sistema

Dentro del modelo cartográfico se encuentra la simbología, la cual estará representada con tres entidades: puntos, líneas y polígonos; este último para indicar áreas.

El proyecto se aplicara al área urbana del municipio de Palmira, donde la información espacial estará de varias formas, así mismo, para la comprensión y mejor visualización, cada entidad tendrá como representación tamaño, color, y forma según lo que esta represente.

Las simbologías utilizadas para cada entidad serán:

- Centros médicos: Puntos
- Cai's: Puntos
- Hidrantes: Puntos
- Colegios: Puntos
- Universidades: Puntos
- Terrenos: Polígonos
- Industrias: Polígonos
- Vías: Líneas
- Barrios: Polígonos
- Comunas: Polígonos.

Las representaciones puntuales son a las que se les definió una forma especial, la cual sea amigable para la interpretación por parte de los usuarios.

A continuación, se especificara los componentes que visualizaran el conjunto de datos, compuesto por:

Sistema de Referencia: Palmira hace parte de la zona oeste de Colombia, por lo tanto su sistema de referencia estará asociado al sistema de coordenadas Colombia_West_Zone, por lo anterior, todas las capas fueron proyectadas a este sistema de referencia.

Leyenda: Esta proporciona al lector del mapa una explicación clara de los atributos y datos sobre el mapa a través de una simbología apropiada y clara.

Proyección: Construir mapas sobre una superficie plana bidimensional (No se tendrán en cuenta alturas)

Escala: Dentro del sistema en el momento de la consulta y la respuesta espacial que será representa de múltiples escalas, ya que el sistema cuenta con botones de zoom, por lo tanto de acuerdo a la consulta para que todos los elementos sean visibles.

Los datos tendrán el mismo sistema de referencia coordenadas IGAC, para Palmira, y se conservaran las relaciones topológicas.

5.2.2.2. Modelo físico del sistema:

El modelo físico se busca estar lo más cercano posible a la implementación del sistema basado en los cuatro modelos anteriores (Datos, Lógico, Cartográfico y Conceptual). Se especifican los equipos, programas y software requerido. Este modelo establece la forma en que se almacenaran los datos y bajo qué parámetros se procesaran para obtener la información deseada

Se debe tener en cuenta para la implementación del sistema lo siguiente:

Para el correcto funcionamiento del sistema se trabajó con los siguientes requerimientos en cuanto al software y hardware.

Especificaciones del Software.

- **Sistema Operativo:** dado las posibilidades de trabajar bajo licencia Microsoft se empleó el sistema Windows 8, el cual está orientado a cualquier entorno informático incluyendo computadoras domésticas o de negocios, computadoras portátiles, las llamadas "Tablet PC" y media center, que se encuentra disponible en versiones para PC de 32 y 64 Bits

Para la puesta en marcha del sistema se ha utilizado un Equipo de cómputo con características específicas, descritas a continuación:

Memoria RAM	8 GB
Disco Duro	1000 GB
Pantalla	14.1 Pulgadas
Procesador	Corel i5- 4210U
Tarjeta Gráfica	Intel HD 1792 MB
Sistema Operativo	Windows 8 de 64 bits

Tabla 3, Especificaciones del equipo de cómputo en el que se crea el sistema.

Las especificaciones anteriores, no interfieren al usuario para realizar las consultas respectivas en el sistema, puesto que fue montado en un servidor web, dependiendo así de la calidad del servicio de internet y no del equipo de consulta.

Uno de los requisitos para una buena visualización del Visor es tener una excelente conexión a Internet para así facilitar la navegación del mismo.

- **Herramienta SIG:** El sistema de “Sistema de Información Geográfica para la atención de emergencias del Cuerpo de Bomberos de Palmira” se desarrollará bajo las herramientas del análisis geográfico QGIS; este desarrollo comprende la estructuración e implementación de una base de datos relacional, que permitirá realizar las consultas de información del cliente.

- **Base de Datos:** POSTGRES SQL Licencia BSD para uso público. PostgreSQL es un servidor de base de datos objeto relacional libre, liberado bajo la licencia BSD. Para este proyecto la base de datos creada en el postgres es denominada Bomberos, y contiene toda la información espacial que permite el desarrollo del mismo.

- Módulo de Información Espacial Postgis-QGIS: Es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL para su utilización en Sistemas de Información Geográfica, mediante la asociación de la base de datos a QGIS.

- **Servidor:** Se trabajó con el Colombia hosting. Este servidor es pagado por los Bomberos. Cuenta con las siguientes características:

Cuenta con 15 GB de espacio en disco duro. Permite almacenar gran cantidad de datos dentro de la cuenta y a su vez incluye contenido web, base de datos y correos corporativos, tiene un constructor de sitios pro, permite la migración desde otras fuentes. Presenta un alto nivel de seguridad, su velocidad es alta debido a que se cuenta con procesadores XEON (48-76 GB de RAM) que le brinda una alta potencia. Y discos duros de estado sólido. Y su sistema operativo es Linux, con una arquitectura de x86_64.

- **Interfaz Gráfica:** Se utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso, consiste en proporcionar un entorno visual sencillo en el cual se permite la comunicación con el sistema operativo del equipo de cómputo, utilizando lenguajes de Programación PHP, HTM y Java Script.

La visualización se crea a partir de las bases de datos conectadas de postgres a QGIS, se procede a exportar los resultados, para luego ser cargados en la visualización. Para esto se crean archivos en qgis2leaf los cuales arrojan una serie de carpetas con las siguientes extensiones: .css, .js, data, misc, picture y un archivo con la visualización y las consultas que se esperan visualizar, este archivo es de tipo index.html listo para ser cargado en la interfaz creada, con OpenStreetMap como base, y con botones de aumento y reducción, además de una escala gráfica y botones de visualización de las caps.

Para crear la interfaz gráfica, se utiliza el lenguaje PHP, la información anterior se carga en div dentro de la plantilla, por lo tanto no se utiliza una plantilla de geovisor, sino que se crea la propia plantilla.

- PHP: Es un lenguaje de programación usado normalmente para la creación de contenido para sitios web con los cuales se puede programar las páginas HTML y los códigos de fuente. Aquí se trabajó el registro de usuarios, es decir, la creación de un nuevo usuario, actualización del mismo, editarlo, eliminarlo y la validación. Esto mismo para subir o bajar la documentación y los metadatos. El diseño del portal también se realizó con PHP y se trabajó dicho diseño con photoshop. Se trabaja con una base de datos MySQL y para exportar los archivos al servidor se realiza a través de la aplicación winscp que permite una conexión por FTP.

5.2.3. FASE 3: IMPLEMENTACIÓN

a) Teniendo claridad en la fase 2 del procedimiento (diseño del modelo de datos), se procede a crear la Base de Datos del SIG Bomberos, para esto se utilizó: Software libre. Antes mencionados

b) La adquisición de la información: se contó con la empresa prestadora de servicio de agua Aquaoccidente como cartografía base y la capa de hidrantes, también se contó con la base de datos de industria y comercio, y capas de colegios, universidades, centros de salud y caí's de policía, suministradas por la administración municipal.

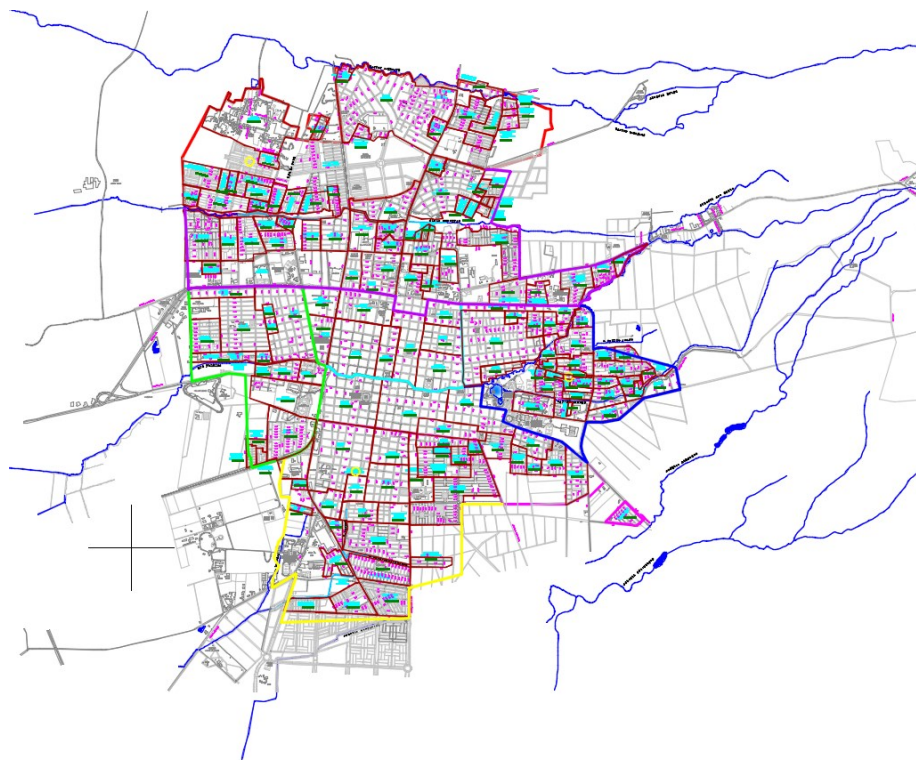


Figura 9, Archivos en formato .dwg suministrados por Aquaoccidente S.A.S

c) Como la única información en shapefile que se contó fue con la suministrada por la administración municipal, el resto se convirtió de formato .dwg (CAD) a .shp mediante la herramienta de QGIS.



Figura 10, Información de formato dwg a .shp Fuente: Propia

d) Para realizar un buen trabajo, es primordial unificar el sistema de coordenadas. Y asignarle a las nuevas capas exportadas, el sistema de coordenadas que se utilizó fue: Colombia West Zone, Datum: Bogotá.

e) Para la construcción de la base de datos, se utilizó la herramienta PostgreSQL, la base de datos, se estructura de acuerdo a los modelos nombrados en la fase 2.

f) Finalmente, se conecta la base de datos con QGIS para el desarrollo operativo del proyecto y por último se procede a montar la información a un Geovisor, archivo que fue exportado por la conexión de OpenLayers y QGIS, creando un archivo Index con sus respectivas carpetas, con estas se procede a montar al visor de mapas, el cual fue creado mediante código PHP, como se describe en el capítulo anterior.

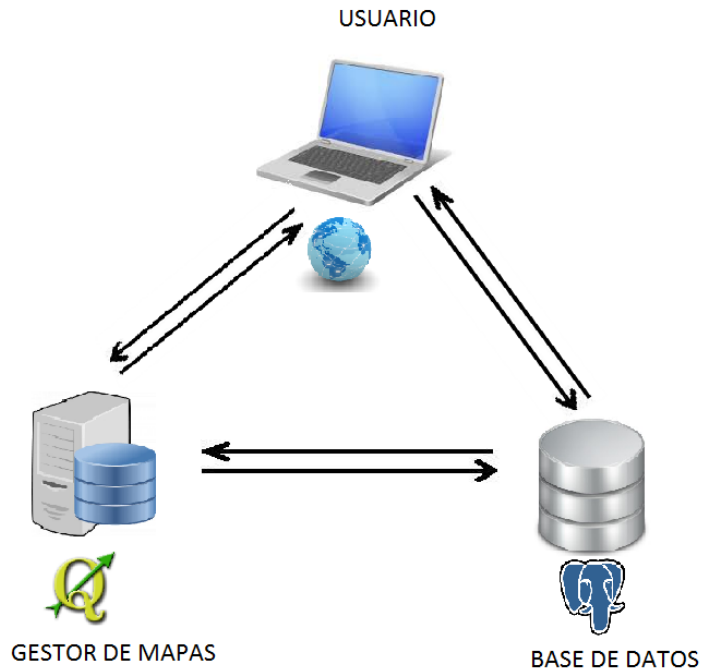


Figura 11, Arquitectura del Sistema para la aplicación Web. Fuente: Propia

5.2.4. FASE 4: MANTENIMIENTO

En cuanto a la información espacial, consistirá en la actualización de las vías, hidrantes, colegios, universidades y centros de salud en situaciones específicas o de acuerdo al crecimiento potencial de la ciudad (según políticas de expansión territorial), para esto se debe tener especial cuidado en la información que ingrese al sistema debe contener el mismo esquema planteado y conservar el sistema de referencia asignado.

En cuanto a la interfaz, el mantenimiento consistirá en la revisión periódica de la visualización de la información actualizada y demás parámetros que lo requieran.

6. RESULTADOS

En el desarrollo de este capítulo se presenta la implementación del Geovisor, para el Cuerpo de Bomberos de Palmira, de acuerdo a los requerimientos expuestos, también se desarrolla la interactividad Usuario-Sistema.

La Plantilla que se utilizó se realizó con el programa QGIS, para los procesamientos de los datos vectoriales alfanuméricos, permitiéndome subir los archivos por la conexión por FTP y llevar a cabo su debida configuración para su total funcionamiento.

6.1. CONEXIÓN WEB:

Esta interfaz de acceso al portal que conduce al geovisor, se hizo de acuerdo a la página web oficial de los bomberos, conservando así la uniformidad y armonía entre ellas.

Para ingresar a la página web donde se accede al Geoportal de los Bomberos de Palmira se realiza por la siguiente ruta: <http://www.sig.bomberospalmira.org/>

En esta página principal encontrará:

- Un ingreso para administrador
- Un ingreso para invitado.
- Un ingreso para la documentación.
- Un ingreso para los metadatos.

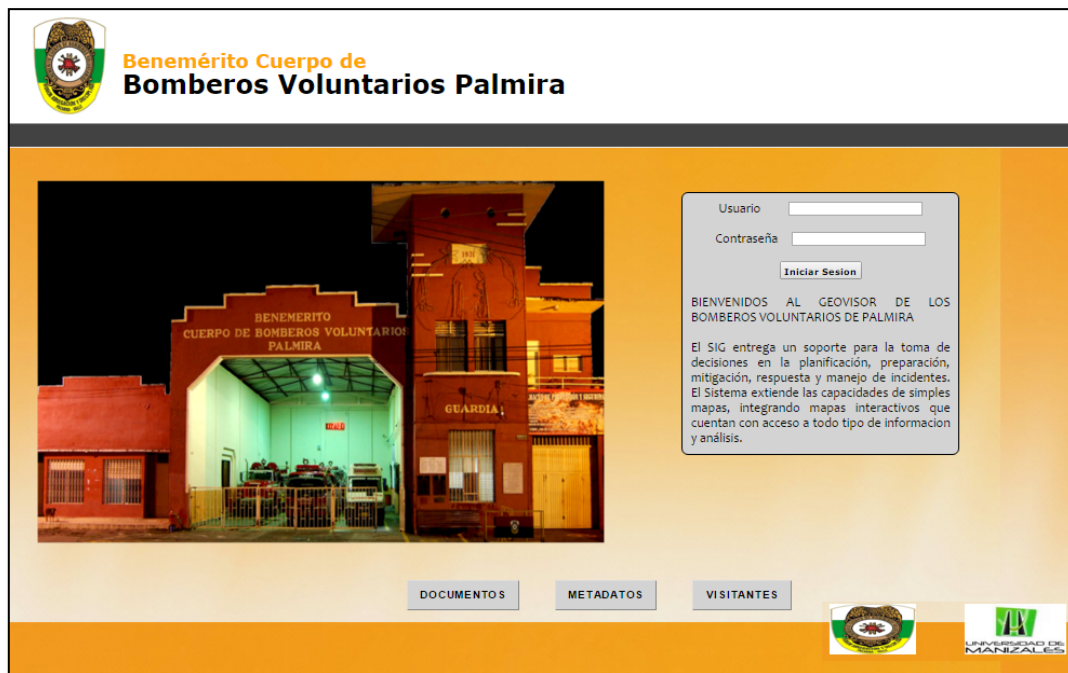


Figura 12, Interfaz Web de acceso al Geoportal

6.2. INGRESO ADMINISTRADOR:

La página principal de ingreso al visor, cuenta con una acceso de administrador, el cual para su entrada es necesario un usuario y una contraseña. A este usuario administrador se le permite:

- Ingresar al sistema y tiene acceso a la información de las industrias e hidrantes localizados en el área urbana del municipio de Palmira.

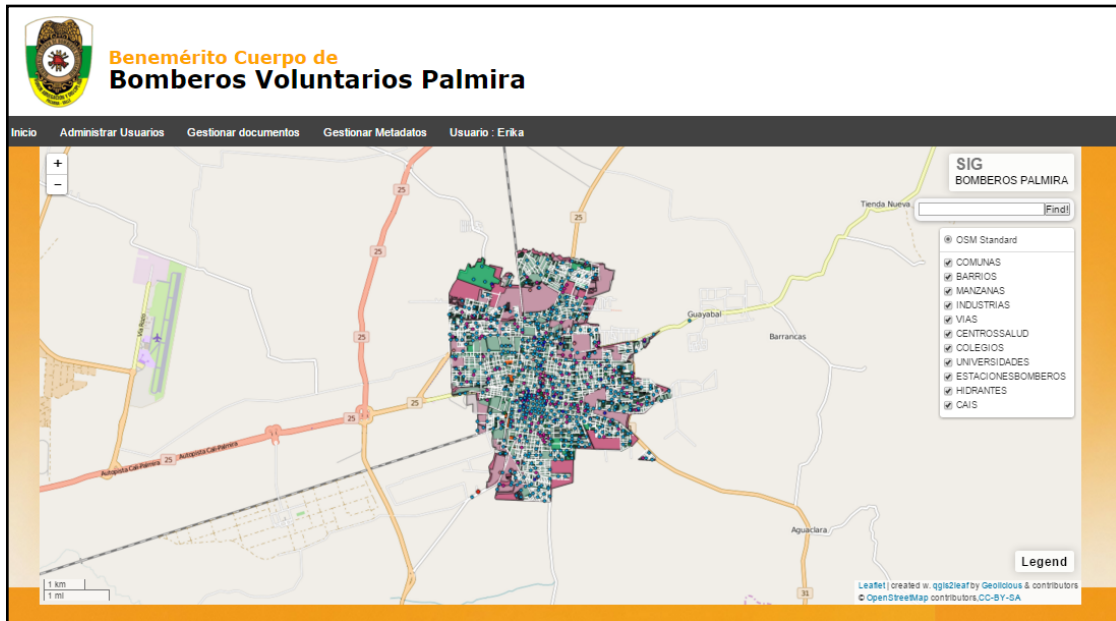


Figura 13, Visor Administrador

Además, este visor permite visualizar las industrias del municipio.

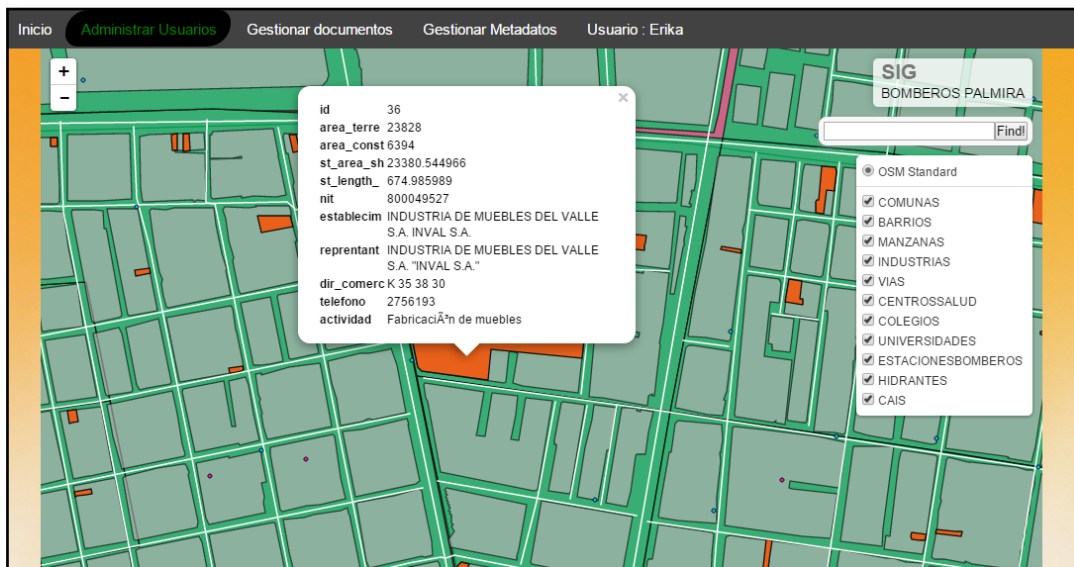


Figura 14, Consulta de Industrias y su actividad.

- Montar o desmontar documentos que complementen el desarrollo del sistema.

Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios Palmira

Inicio Administrar Usuarios Gestionar documentos Gestionar Metadatos Usuario : Jenny

Sube Documentos Pdf a este servidor

Nombre:

Descripcion:

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado Enviar

Cancelar

ID	Nombre	Descripcion	Archivo Pdf	Borrar
1	prueba	archivo de prueba	icontec.pdf	

Figura 15, Administrador de documentos.

- Montar o desmontar los metadatos que conforman el sistema.

Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios Palmira

Inicio Administrar Usuarios Gestionar documentos Gestionar Metadatos Usuario : Jenny

Sube Metadatos Pdf a este servidor

Nombre:

Descripcion:

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado Enviar

Cancelar

ID	Nombre	Descripcion	Archivo Pdf	Borrar
7	Centros de Salud	Contiene la información referente a la capa de centros de salud del municipio.	C_SALUD76520.pdf	
6	Barrios	Contiene metadato de la capa barrios urbanos del municipio de Palmira	BARRIOS76520.pdf	

Figura 16, Administrador de Metadatos.

- Crear diversas cuentas de acceso para tener 2 o más usuario de tipo administrador.



Figura 17, Administrador de Usuarios. Crear cuentas.

6.3. INGRESO VISITANTES:

En esta interfaz, le permite a cualquier visitante, acceder a la página de equipamientos y localizacional de las estaciones de Bomberos. Su botón de acceso se encuentra en la página principal.



Figura 18, Acceso al visor Invitado

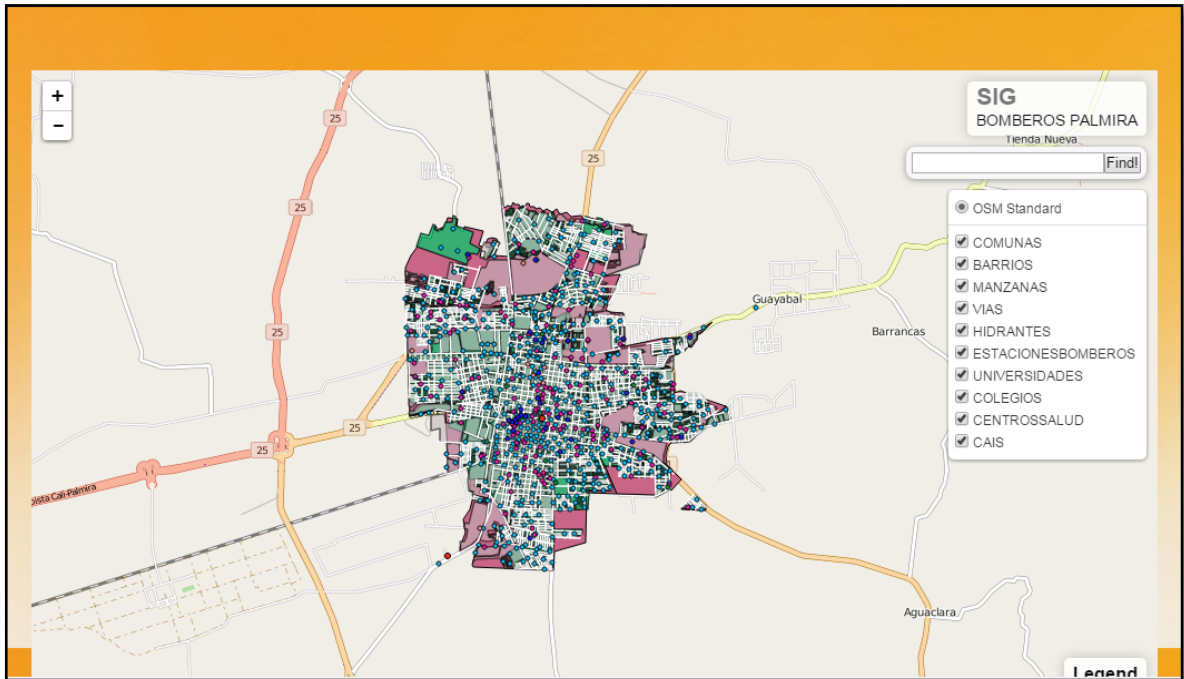


Figura 19, Geovisor para los usuarios invitados.

EL visor cuenta con un panel de acceso a los equipamientos que se requieren.

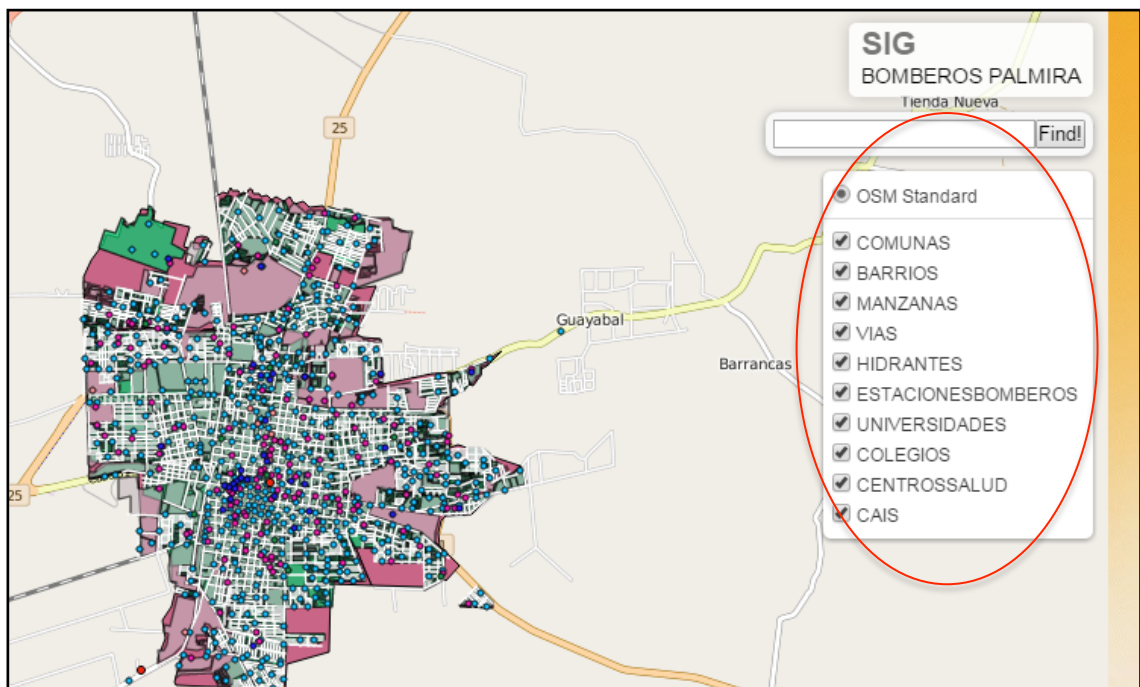


Figura 20, Panel de capas contenidas en el visor de los usuarios invitado.

Consulta de capas para los usuarios

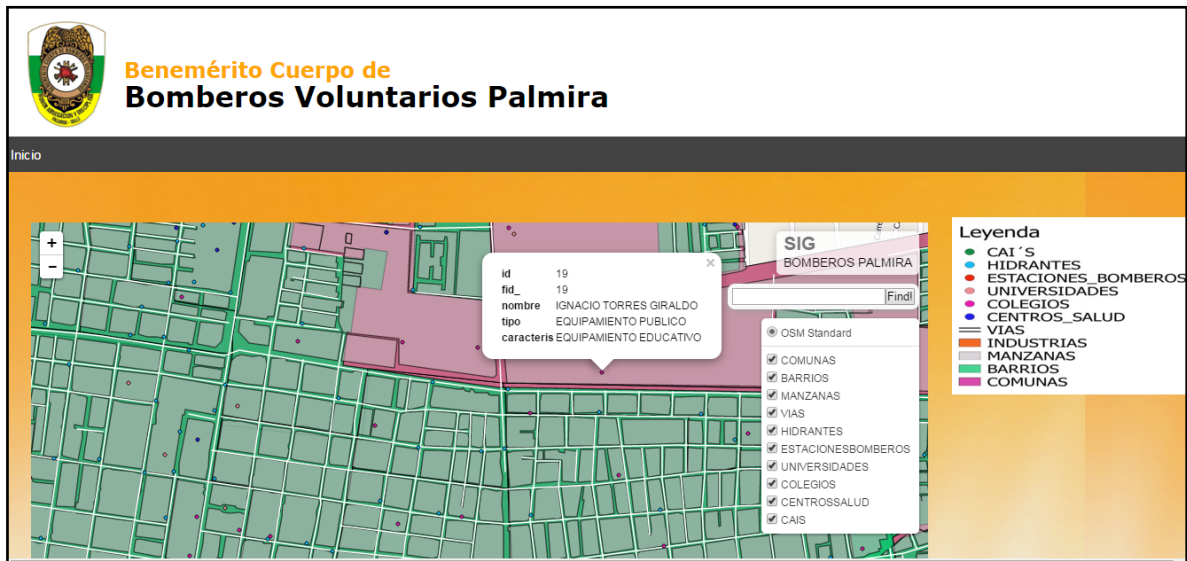


Figura 21, Consulta espacial de los equipamientos.

6.4. DOCUMENTACIÓN:

Los documentos, son todos aquellos archivos que sirven para hacer uso del geovisor. Es decir, esta interfaz de documentación está compuesta de un acceso a los manuales de usuario del sistema, en formato PDF. Este se realiza de manera sencilla y de fácil interpretación.

Su botón de ingreso a los documentos, se encuentra en la página principal.



Figura 22, Botón de ingreso a documentos

Despliega el contenido de la pestaña:

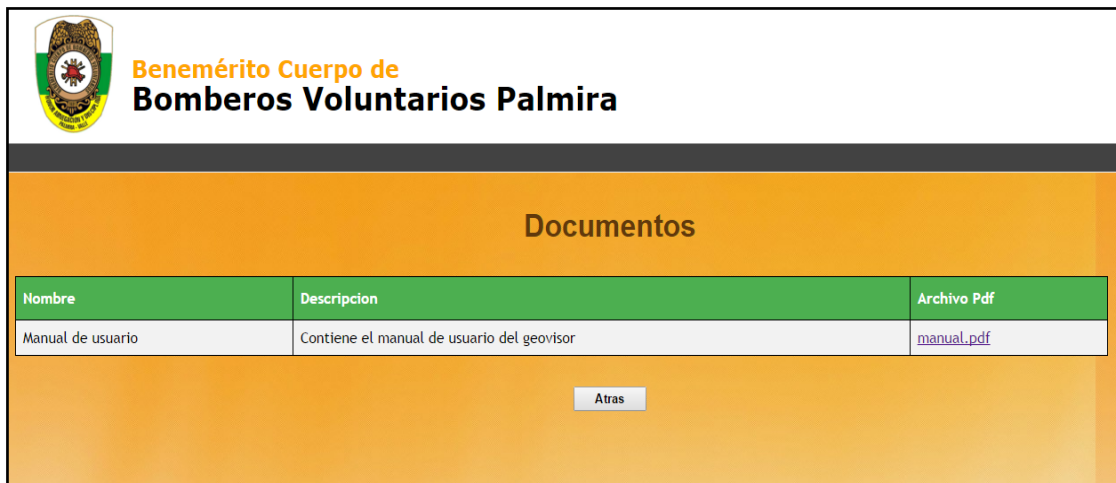


Figura 23, Repositorio de documentación (manual de usuario)

Se visualiza la información en formato PDF.

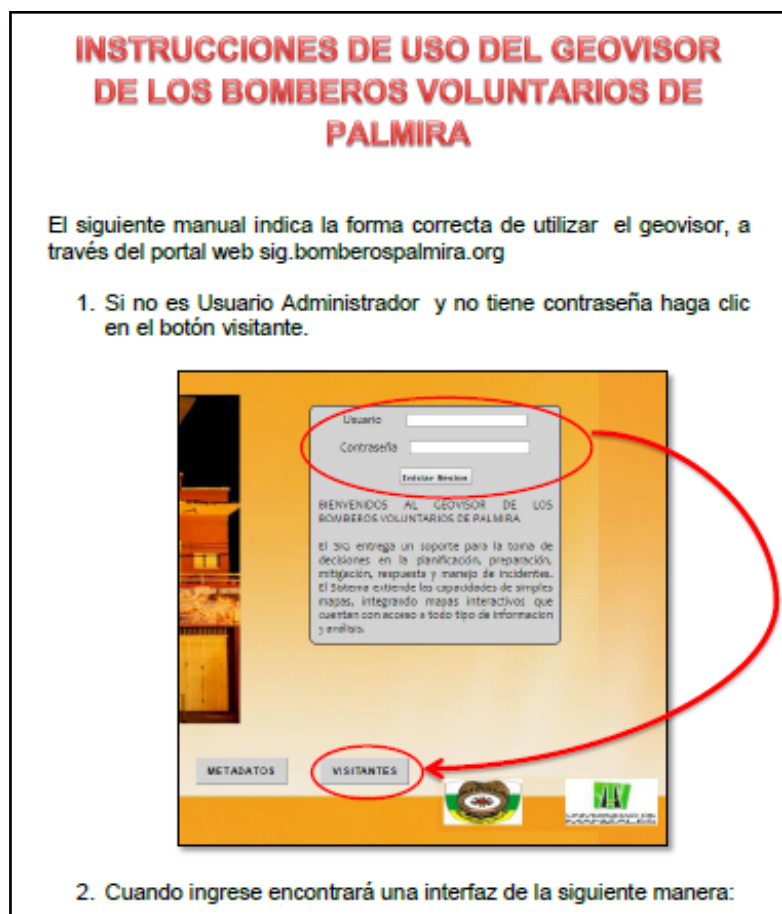


Figura 24, Manual de usuario del sistema

6.5. METADATOS:

Los metadatos del SIG serán una estructura organizada que permitirán documentar fácilmente la información existente y la que se genere en el futuro, mediante una ficha con los datos básicos.

Estos metadatos estarán de acuerdo con la norma técnica colombiana 4611 y la infraestructura Colombiana de datos espaciales (ICDE).

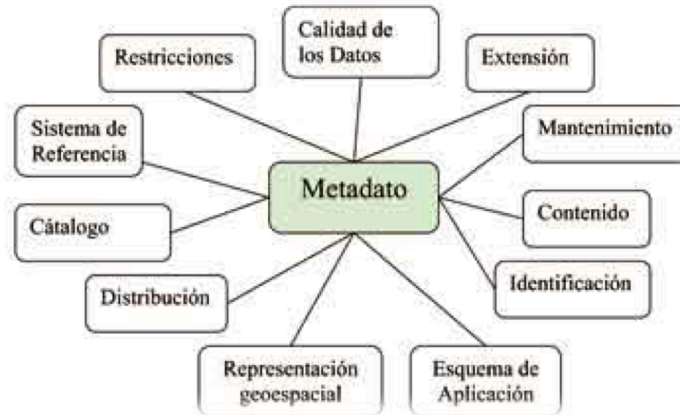


Figura 25, Que es un metadato. Fuente: ICDE 2015

El ingreso a los metadatos desarrollados se realiza a trabas de un botón (metadatos), que se encuentra localizado en la página principal del visor.



Figura 26, Botón de ingreso a os metadatos.

Los metadatos que se utilizaron corresponden al estándar normativo de ISO 19115, se trabajó con el software CatMEDit. La estructura que se trabajó corresponde al nivel de información mínimo requerido, enfatizando a la descripción del elemento, su calidad y distribución.



Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios Palmira

Metadatos

Nombre	Descripción	Archivo Pdf
Centros de Salud	Contiene la información referente a la capa de centros de salud del municipio.	C_SALUD76520.pdf
Barrios	Contiene metadato de la capa barrios urbanos del municipio de Palmira	BARRIOS76520.pdf
Cais de Policia	Contiene la información referente a la capa de estaciones de policía urbana del municipio	CAIS76520.pdf
Colegios	Contiene la información concerniente a los Colegios del Municipio de Palmira	COLEGIOS76520.pdf
Comunas	Contiene la información relativa a las Comunas del Municipio de Palmira	COMUNAS76520.pdf
Estación de Bomberos	Contiene la información alusiva a la Estación de Bomberos del Municipio de Palmira	ESTACIONESBOMBEROS76520.pdf
Hidrantes	Contiene la información referida a los Hidrantes del Municipio de Palmira	HIDRANTES76520.pdf
Industrias	Contiene la información atinente a las Industrias del Municipio de Palmira	INDUSTRIAS76520.pdf

Figura 27, Ingreso a los Metadatos.

COMUNAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE PALMIRA	
Índice	
Identificador del fichero	
Idioma	
Contacto	
Fecha de Creación	
Norma de Metadatos	
Versión de la Norma de Metadatos	
Información de Identificación	
Mantenimiento de los metadatos	
Identificador del fichero	
COMUNAS76520	
Volver al índice	
Idioma	
gmd:LanguageCode: spa	
Volver al índice	
Contacto	
Nombre de la organización	
ACUAOCCIDENTE	
Rol	
Autor	
Volver al índice	
Fecha de Creación	
2014-12-15	
Volver al índice	
Norma de Metadatos	
ISO 19115	
Volver al índice	
Versión de la Norma de Metadatos	
ISO19115:2003/Cor 1 2006	
Volver al índice	
Información de identificación	
Mención	
Título	
COMUNAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE PALMIRA	

Figura 28, Metadato, utilizando CatMEDit, estándar ISO 19115. Elaboración: Propia

7. CONCLUSIONES

- El SIG para los Bomberos de Palmira fue creado para su fácil acceso en la web, por seguridad del usuario principal (bomberos), el sistema no le permite a todas las personas que accedan a él tener uso a toda la información, esto con el ánimo de proteger los datos que solo son utilizados por el Cuerpo de Bomberos de Palmira de manera institucional.
- El Geoportal creado para el SIG de los Bomberos de Palmira, permite a los usuarios sean de la institución, o externos a esta, tener una conexión en cualquier lugar, y por cualquier dispositivo, sea móvil o de escritorio. Permitiéndoles ver el entorno de un sitio de una emergencia, de esta manera, estos actores pueden ubicar los equipamientos de su utilidad.
- De acuerdo a los resultados obtenidos con la implementación del Sistema de Información Geográfica de los Bomberos de Palmira, el sistema permite ubicar las industrias en el área urbana del municipio, al igual que su actividad, de esta manera se puede saber en caso de una emergencia en estos sitios que tipo de material se encuentra en su interior, optimizando los tiempos de respuesta y ayudando a las unidades a realizar su trabajo.
- El desarrollo de la arquitectura del SIG para la página Web, se desarrolla con el soporte de programas de uso no comercial, tal es el caso de QGIS, para el procesamientos de los datos vectoriales alfanuméricos, mientras que toda esta información reposa en una base de datos en PostGIS.
- El software libre ofrece muchas ventajas para los SIG, instituciones como el cuerpo de Bomberos, se pueden valer de estas herramientas de carácter gratuito para hacer uso y aprovechamiento en la toma de decisiones, optimizando la respuesta a emergencias, y sirviendo de apoyo para la planificación estratégica de dichas instituciones.
- Este geovisor es un primer paso, de inclusión tecnológica al cuerpo de Bomberos de Palmira, abriendo una brecha al uso de las bases de datos espaciales, que son de gran utilizada para la toma de decisiones en todos los entornos que involucren una población y el medio que los rodea.
- Gracias al apoyo del Cuerpo de Bomberos de Palmira, el geovisor se pudo publicar directamente en la Web, utilizando el hosting facilitado por ellos. De esta manera se dio cumplimiento con uno de los objetivos planteados en el proyecto.
- Actualmente, el mercado ofrece muchos software no comerciales para los metadatos, herramienta de gran utilidad en el desarrollo de los SIG, de esta manera se conserva la reseña de los datos utilizados dentro del proyecto.

8. RECOMENDACIONES

- Como la información está en proyección Magna West Zone, se sugiere que para la actualización y el mantenimiento de la información se conserve el mismo sistema de coordenadas, en caso de que la información que actualice la Base de Datos este en otro sistema de coordenadas se sugiere re proyectar al anterior mencionado, esto con el ánimo de descartar ambigüedades a futuro en el sistema.
- Es recomendable la realización de un backup durante varios periodos de tiempo, dependiendo a las actualizaciones que se le realicen al sistema, esto como medida de seguridad de toda la Base de Datos utilizada en este y otros proyectos, guardándose siempre bajo la estructura previamente definida.
- Para un buen aprovechamiento del SIG, se hace necesario una jornada de capacitación a los usuarios administradores, esto con el fin de mantener activo el sistema, además de realizar un mejor aprovechamiento del geovisor y lo que en él se encuentra.
- Es recomendable mantener el sistema articulado con los diversos entes municipales, tanto públicos como privados. De esta manera, con el crecimiento se la ciudad, y su dinámica poblacional (ubicación de equipamientos, nuevos hidrantes, entre otros), estos entes se convierten en los encargados de alimentar el sistema.
- El Sistema a futuro, puede contar con consultas de distancias óptimas o recomendadas, además de contar con botones para medir distancia, y generar mapas interactivos en archivos PDF, JPG, PNG, entre otros.
- Es posible obtener por debajo imágenes de Google Earth u otros similares ya que en el geovisor maneje código abierto permitiendo mejoras y otras versiones del mismo y así añadir las capas con las imágenes que se vayan a implementar.
- Por otro lado, como mejora del sistema, se recomendaría a futuro, introducir imágenes de satélite como Google Earth, para colocar al fondo, esto con el ánimo de que sea más interactiva la vista, y así se puedan identificar fácilmente sitios de interés.

9. BIBLIOGRAFÍA

- concepto.de.* (2015). Recuperado el 18 de 01 de 2016, de <http://concepto.de/emergencia/#ixzz3xhTHPJGm>
- Chang, K.-T. (2004). *Introduction to geographic information systems* (2nd Edición ed.). Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Espinoza, D., & Ordoñez, F. (2003). Un nuevo sistema de despacho para Bomberos. *Beauchef Magazine*, 39-42.
- ESRI. (2012). *GIS for the Fire Service*. Redlands: ESRI.
- ESRI. (s.f.). *Source ARCGIS resource center for desktop*. Recuperado el 15 de 11 de 2015, de <http://doc.arcgis.com/online/reference/shapefiles.html>
- Extintores Eivar. (s.f.). *Extintoreseivar.com*. Recuperado el 31 de 10 de 2015, de <http://www.extintoreseivar.com/productos/21-por-agua/23-hidratantes> - 31/10/15
- Fundación Progreseemos. (2014). *Anuario Estadístico de Palmira*. Palmira.
- Gutiérrez Sánchez , Y., & Sanchez Jaramillo, N. J. (2008). *SISTEMA DE INFORMACIÓN CON COMPONENTE GEOGRÁFICO PARA EL CUERPO OFICIAL DE BOMBEROS DE MANIZALES*. Manizales: UNIVERSIDAD DE MANIZALES FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES.
- Gutierrez Sanchez, Y., & Sánchez Jaramillo, N. J. (2008). *Sistema de Información con componente geográfico para el cuerpo Oficial de Bomberos de Manizales*. UNIVERSIDAD DE MANIZALES . Manizales: Programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicación.
- Instituto de estudios Urbanos. (s.f.). *Instituto de estudios Urbanos*. Recuperado el 31 de 10 de 2015, de <http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0145.htm>
- Instituto Geografico Nacional de España. (2015). *Instituto Geografico Nacional*. Recuperado el 28 de 11 de 2015, de [Conceptos cartograficos: http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf](http://www.ign.es/ign/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf) - 31/10/15
- Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS. (2015). *langleruben.wordpress*. Recuperado el 18 de 01 de 2015, de <https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>

- Lamas, K. L. (30 de 10 de 2014). *www.ensenada.net*. Recuperado el 21 de 03 de 2015, de *www.ensenada.net*: <http://www.ensenada.net/noticias/nota.php?id=37234>
- Lopez, M. E. (2008). *Creación de un S.I. en un ambiente web para reporte de emergencias y paz y salvos del cuerpo de bomberos voluntarios Pasto*. UNIVERSIDAD DE NARIÑO, CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS. Pasto: Programa en licenciatura en informatica.
- Navarrete Gallego, D. F., & Torres Suárez, D. A. (2014). *ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO SANTIAGO DE CALI PARA EL AÑO 2014, ESTIMACIÓN DE SU COBERTURA Y TIEMPO DE RESPUESTA*. Manizalez: UNIVERSIDAD DE MANIZALES FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.
- NCGIA. (1990). *National Centre of Geographic Information and Analysis*.
- Otros, M. G. (2003). S.I.G para la optimización de la administración pública. *REVISTA ING*, 39 - 48.
- PESANTEZ, J. M. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de aviso y ubicación geográfica de un lugar de emergencia para los bomberos del cantón chordeleg, en red con la policía y el subcentro de salud del cantón*. UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA , FACULTAD DE INGENIERIA. CUENCA: INGENIERIA ELECTRONICA.
- Pusineri, G. (2004). *Aplicación de sistemas de información geográfica para la prevención de riesgos y la formulación de planes de contingencia en inundaciones*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) .
- Rudas, A. (Junio de 2008). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*. Bogotá, Colombia: Laboratorio de Teledetección y SIG- Instituto de ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia.
- Schöttke, J. (2014.). *Esri Colombia*. Recuperado el 26 de 01 de 2016, de <http://www.esri.co/sitio/Noticias/Boletin/2014/Big-Data-Contra-Desastres.html>
- Subgerencia Cultural Banco de la Republica. (2015). *Banco de la Republica*. Recuperado el 28 de 11 de 2015, de http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/geografia/mapas#fontfontMapas_basicosfontfont

Subgerencia Cultural del Banco de Republica. (2015). *Banco de la Republica*. Recuperado el 2015, de Mapas: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/geografia/mapas>

Whitten, B. y. (1996). *Análisis y diseño de sistemas de información*. McGraw-Hill Interamericana.

WOLANSKY Silvia, y. o. (2003). *Las Inundaciones en Santa Fe, Desastres Naturales y Mitigación del Riesgo*. Santa Fe- Argentina: ISBN: 987-508-200-7, Centro de Publicaciones UNL.