

**FORMULACION DE UN MODELO METODOLOGICO DE INTEROPERABILIDAD  
APLICADO AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL: CASO CENTRO DE LA  
CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**LUIS MIGUEL RUIZ ERASO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2015**

**FORMULACION DE UN MODELO METODOLOGICO DE INTEROPERABILIDAD  
APLICADO AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL: CASO CENTRO DE LA  
CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**LUIS MIGUEL RUIZ ERASO**

**Trabajo de Grado para optar el título de GEÓGRAFO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS**

**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2015**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, febrero de 2015.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este fue un esfuerzo de dos, gracias por esa verraquera que siempre te caracterizará.

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE CUADROS .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
AGRADECIMIENTOS .....	11
RESUMÉN .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
2. JUSTIFICACIÓN .....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL. ....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS. ....	16
4. MARCO REFERENCIAL.....	17
4.1 ANTECEDENTES .....	17
4.1.1 Antecedentes Internacionales.....	17
4.1.2 Antecedentes Nacionales. ....	20
4.1.3 Antecedentes a escala regional.....	23
5. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	24
6. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	29
6.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	29
6.2 INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDE'S). ....	29
6.3 ORDENAMIENTO TERRITORIAL E INFORMACIÓN ESPACIAL. ....	30

7. MARCO LEGAL.....	33
7.1 LEY 388/97. ....	33
7.2 LEGISLACIÓN REFERENTE A ESTÁNDARES Y MANEJO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA IG. ..	34
7.2.1 CONPES 3585.....	35
7.2.2 Resolución 068 del 2005.....	35
7.2.3 Comité técnico para la normalización de la información geográfica CTN 28. ....	35
- Norma técnica colombiana 4611 conforme a ISO 19115:.....	36
- Norma técnica colombiana NTC 5661 conforme a ISO 19110: .....	36
- Norma técnica colombiana NTC 5662 conforme a ISO 19131: .....	36
- Norma técnica colombiana NTC 5043 conforme a ISO 19114 y 19 138: .....	37
- Norma técnica colombiana NTC 5660 conforme a ISO 19114 19139 19135: .....	37
8. METODOLOGIA. ....	38
8.1 Método de investigación. ....	38
8.2 FASE N° 1.....	38
8.2.1 Actividad 1.....	38
8.2.2 Actividad 2.....	39
8.3 FASE N° 2.....	44
8.3.1 Actividad 1.....	44
• Referencias Espaciales (no aplica a la información temática). ....	45
8.4 FASE N° 3.....	47
8.4.1 Actividad 1.....	47
8.4.2 Actividad 2.....	47
8.4.3 Actividad 3.....	48
8.4.4 Actividad 4.....	48

8.5 DISEÑO METODOLOGICO .....	49
9. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	50
9.1 FASE N° 1.....	50
9.1.1 Actividad 1.....	50
9.1.2 Actividad 2.....	53
9.2 FASE N° 2.....	57
9.2.1 Actividad 1.....	57
9.2.1.1 Referencia espacial.....	57
9.2.2.2 Consistencia lógica.....	59
9.2.2.3 Exactitud temática.....	62
9.2.2.4 Topología.....	65
9.3 FASE N° 3.....	71
9.3.1 Actividad 1.....	71
9.3.3.1 Catálogo de objetos.....	71
9.3.3.2 Modelo entidad-relación.....	72
9.3.3.3 Modelo de lenguaje unificado.....	72
9.3.2 Actividad 2.....	73
9.3.3 Actividad 3.....	81
9.3.4 Actividad 4.....	87
10. CONCLUSIONES .....	100
11. BIBLIOGRAFÍA.....	101

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Inventario de insumos para el estudio.....	51
Tabla 2. Actualización de insumos vs fuente del estudio.....	52
Tabla 3. Estructura del código censo DANE.....	53
Tabla 4. Estructura del Código Nacional Catastral.....	53
Tabla 5. Relaciones de la estructura en el código nacional catastral.....	54
Tabla 6. Relaciones topológicas de la base de datos.....	55
Tabla 7. Esquema del Código Censal.....	64

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. División por barrios para el área de estudio.....	27
Cuadro 2. Esquema funcional de la base de datos de Corponariño.....	40
Continuación cuadro 2. Esquema funcional de la base de datos de Corponariño.....	41
Cuadro 3. Sistema de relaciones de los elementos en el código catastral.....	63
Cuadro 4. Esquema de relaciones topológicas.....	66
Cuadro 5. Esquema de relaciones topológicas de los elementos entre sí.....	67

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio en el Municipio.....	26
Figura 2. Localización del área de estudio en la cabecera urbana.....	28
Figura 3. Esquema Metodológico.....	49
Figura 4. Sistema predial POT 2009 Pasto sobre ortofotomosaico.....	58
Figura 5. Herramienta de validación topológica en Qgis.....	68
Figura 6. Herramienta de validación topológica en Qgis.....	68
Figura 7. Validación topológica mediante herramientas de selección en Qgis.....	69
Figura 8. Herramienta de validación topológica en Qgis.....	70
Figura 9. Interfaz gráfica de PgAdmin3.....	77
Figura 10. Interfaz gráfica de POSTGIS Shapefile Import/Export Manager.....	78
Figura 11. Interfaz gráfica de Administrador de BBDD de Qgis.....	79
Figura 12. Interfaz gráfica Spit de Qgis.....	80
Figura 13. Interfaz del software Geoserver.....	82
Figura 14. Interfaz del software Geoserver.....	83
Figura 15. Interfaz del software Geoserver – esquema de datos.....	84
Figura 16. Carga de datos de WFS en Qgis.....	85
Figura 17. Carga de datos en WFS en Qgis.....	86
Figura 18. Carga de datos desde el servicio WMS en Qgis.....	86
Figura 19. Carga de datos desde el servicio WMS en Qgis.....	87
Figura 20. Esquema del software Suite OpenGeo.....	88
Figura 21. Carga de datos en Geoexplorer.....	89
Figura 22. Carga de datos en Geoexplorer.....	90
Figura 23. Carga de datos en Geoexplorer.....	90
Figura 24. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	91
Figura 25. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	92
Figura 26. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	92

Figura 27. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	93
Figura 28. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	93
Figura 29. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	94
Figura 30. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	94
Figura 31. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	95
Figura 32. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	95
Figura 33. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	96
Figura 34. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	96
Figura 35. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	97
Figura 36. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.....	97
Figura 37. Prueba de la conexión a la base de datos en Qgis.....	98
Figura 38. Prueba de funcionamiento con análisis espacial en Qgis.....	98

## **ANEXOS**

Anexo 1. Modelo Entidad – Relación.

Anexo 2. Catálogo de Objetos.

Anexo 3. Cartografía.

## RESUMÉN

El siguiente proyecto es un primer acercamiento a un escenario de desarrollo tecnológico, basado en la estandarización e interoperabilidad de la información pública de San Juan de Pasto en un ambiente de producción de código abierto y de libre acceso; lo anterior, con el fin de proponer canales de comunicación que permitan un desarrollo social, ambiental y económico integral, con la participación del sector institucional del Ordenamiento Territorial, así como de la universidad y la ciudadanía en general; partiendo de la necesidad de establecer un lenguaje claro de comunicación entre las diferentes instituciones, así como de generar herramientas donde el elemento investigativo y académico sea un actor fundamental en la generación del desarrollo.

Para este estudio se optó por generar un piloto en la comuna 2, parte de la comuna 1 y 8 de San Juan de Pasto, como un área vital para el desarrollo y transformación de la ciudad, dado que este resulta ser un sector en proceso de consolidación donde una reforma urbana es casi inminente y de la cual se han ejercido una variedad de estudios que pueden aportar en la ampliación de una visión de interoperabilidad.

La correcta aplicación de herramientas Open Source puede ser una de las mejores opciones para gestionar información geográfica de calidad, con oportunidad, pertinencia, operable en cualquier ambiente y que principalmente pueda ser puesta en manos de los sectores de investigación y desarrollo de manera eficiente, eficaz y efectiva, con el único objetivo de que la información geográfica se convierta en el elemento estructurante del proceso de ordenamiento territorial, con miras a un desarrollo conjunto de esfuerzos compartidos y sobre todo con una premisa de información para el desarrollo integral de la sociedad.

## **ABSTRACT**

The next project is a first approach to a stage of technological development, based on the standardization and interoperability of public information Pasto in a production environment open source and freely available; above, in order to propose communication channels that allow a comprehensive social, environmental and economic development, involving the institutional sector of Land Management and the university and the general public; based on the need to establish a clear language of communication between the different institutions and to generate tools where the item and academic research is a key player in the generation of development.

For this study we chose to generate a pilot in the commune 2, part of the commune 1 and 8 San Juan de Pasto, as vital to the development and transformation of the city area, since this is a sector in process consolidation where urban reform is almost imminent and which have had a variety of studies that can contribute in expanding vision of interoperability.

The correct application of Open Source tools can be one of the best options to manage geographic information quality, timeliness, relevance, operable in any environment and can mainly be put in the hands of the areas of research and development of efficient, effective and effective, with the sole purpose of geographic information becomes the structuring element zoning process with a view to developing a set of shared efforts and especially with a premise of information for the comprehensive development of society.

## INTRODUCCIÓN

Colombia como gestor de Geo-Tecnología y desarrollo de medios y herramientas para la gestión del territorio, se ha convertido en uno de los principales pilares sobre estándares de interoperabilidad y trabajo interinstitucional en Latinoamérica, esfuerzo y gestión que están orientados a ejercer un Ordenamiento Territorial (OT), encaminado a la gestión eficiente de los recursos naturales y la administración integral al servicio de la comunidad; en este sentido, este desarrollo de país se debe a la implementación de herramientas que faciliten el servicio de la información, tanto para el ciudadano, como a la interacción entre las diferentes instituciones. Lo anterior, gracias a una visión interdisciplinaria del territorio que fomente la consciencia sobre la importancia que tiene la información en la gestión del mismo.

Una de las más grandes herramientas para reforzar el papel de las diferentes entidades que actúan sobre un territorio determinado, es la gestión de los datos georeferenciados por medio de sistemas y tecnologías como las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE's), la fotogrametría y los Sistemas de Información Geográfica (SIG); ya que estas permiten ejercer un control del territorio de manera pertinente y precisa, a través de la generación de modelos óptimos para la decisión y predicción de fenómenos en un entorno geográfico determinado; por esta razón, es esencial su correcto uso y gestión, debido a que un sistema se fundamenta en los datos y los procesos, así como su adecuada aplicación asegura factores como la pertinencia y confiabilidad de las acciones institucionales. San Juan de Pasto en su proceso de crecimiento y consolidación como uno de los principales nodos administrativos y económicos del país, atraviesa un cambio en la visión de sus procesos, en donde la inclusión de las Geo-Tecnologías y la gestión de la Información Geográfica (IG) deben tener un papel fundamental en este proceso vital para la ciudad, el municipio y la región en

general. El presente estudio es una estrategia prospectiva para la concientización del uso adecuado de las tecnologías espaciales y el cumplimiento de las normatividades, con el fin de ejercer un Ordenamiento Territorial (OT) empezando a escalas urbanas, para así replicar el trabajo a cualquier tipo de necesidad y/o escala.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo alcanzar un alto nivel de interoperabilidad entre la información espacial de las diferentes entidades que intervienen en el ordenamiento territorial urbano, tomando como referencia la ciudad de San Juan de Pasto?

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Una de las más grandes dificultades del área de ordenamiento territorial en las alcaldías Municipales en Colombia es el poder utilizar la información espacial de manera adecuada, tomando en cuenta cada uno de los procesos que esta labor requiere, desde la recolección hasta la generación de nueva información. Lo anterior, se ha convertido en una medida estrictamente necesaria para establecer medios de validación de la información geográfica, así como de la estructuración de un modelo de datos espaciales que determine conceptos de calidad y coherencia de la información, como es la validación topológica, la consistencia lógica y la exactitud temática; debido a que gran parte de los proyectos del ordenamiento territorial, se han realizado institucionalmente de manera aislada y sin un debido control normativo y metodológico enfocado a la correcta gestión de los recursos espaciales, esto sumado a la falta de metodologías para el control en los tipos de elementos, referencias espaciales y pertinencia de la información temática, además del bajo nivel de interoperabilidad de los datos geográficos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

“Con el evidente auge que se está presentando en la construcción de infraestructuras de datos espaciales, ha surgido la necesidad de fomentar el uso de información geográfica como soporte a la toma de decisiones tanto a escala local como nacional, regional y global; la mejor manera de hacerlo es a partir de la implementación de mecanismos que permitan dar a conocer, divulgar y compartir la información geográfica” (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010). El papel que la información geográfica ha tomado a través de los años dentro de los procesos de ordenamiento territorial es cada vez más evidente, desde la toma oportuna de decisiones en el área de la gestión del riesgo, hasta la planificación de obras de infraestructura que favorezcan a la mayor cantidad de población posible; de esta manera, el análisis de variables y elementos del entorno a través de procesos cartográficos ha sido más difundido y apreciado.

Dentro de la administración pública en el municipio de San Juan de Pasto, la información geográfica se produce y difunde de forma aislada sin tener ningún control normativo ni metodológico, además de la falta de canales de comunicación entre las diferentes entidades del municipio, las cuales deben propender por establecer relaciones de cooperación para el óptimo desarrollo de sus funciones con un enfoque de servicio público eficiente y oportuno. Teniendo en cuenta los vacíos que existen, no solo a nivel local, sino regional y nacional, es necesario fomentar la utilización de tecnologías viables que aseguren una gestión del territorio oportuna y de calidad, dado que, es estrictamente necesario el poder sincronizar el trabajo de todas las instituciones y entidades en un lenguaje común.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Formular un modelo metodológico que mejore la interoperabilidad entre la información espacial de las entidades que hacen parte del ordenamiento territorial de la ciudad de San Juan de Pasto.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Definir la base conceptual-lógica (sistemas de codificación, identificadores únicos, sistemas de referencia) a partir de la información que se obtenga para el estudio.
- Depurar y validar la información de acuerdo a los parámetros requeridos para una correcta estandarización de los datos.
- Estructurar un modelo de infraestructura de datos espaciales IDE local a través de la elaboración de modelos entidad-relación, modelo lógico, catálogo de objetos, esquema de meta-datos y Geoservicios.

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1 ANTECEDENTES**

Tomando en consideración el sin número de casos que se tienen como referencia a la estandarización, la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) multipropósito, las infraestructuras de datos espaciales, y las metodologías de gestión de información espacial, se estudiara un caso puntual de gran trascendencia en las escalas internacional, nacional y regional; teniendo en cuenta, como la implementación de este tipo de metodologías para el tratamiento de la información espacial ayuda a las diferentes administraciones públicas en la toma de decisiones; en consecuencia, no se tendrá en cuenta el caso local debido a que las diferentes entidades manejan un estricto y cerrado control de la información y no se ha dado a conocer de manera oficial ninguna contribución al caso que nos atañe.

#### **4.1.1 Antecedentes Internacionales.**

El Papel de la Información de libre acceso para el crecimiento de la unidad nacional, Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia (IDE-EPB)- GeoBolivia. Bolivia es considerada como una de las naciones menos relevantes dentro del papel de la información geográfica en el desarrollo institucional, pero en los últimos años el cambio ha sido notorio; gracias a la consolidación de políticas de acceso público y desarrollo de herramientas de libre uso, tanto para los ciudadanos como para toda la institucionalidad del país. La Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia (IDE-EPB) pone a disposición de manera libre la información espacial del país, proceso que se consolida en el marco del proyecto GeoBolivia gracias al apoyo de la Agencia

Suiza para el Desarrollo y Cooperación COSUDE y la unión de la institucionalidad del país en torno un solo objetivo: “El Proyecto GeoBolivia a través de la implementación de la IDE-EPB busca compartir, de manera fácil y gratuita, información ligada al territorio nacional y procedente de diferentes fuentes, sustentando su entorno en la iniciativa de la Vicepresidencia del Estado Plurinacional de Bolivia, cuyo propósito es disponer de información geográfica para apoyar la formulación, evaluación, ejecución y supervisión de políticas prácticas en el desarrollo de proyectos que tengan un impacto directo o indirecto sobre el territorio Boliviano” (Geobolivia, s.f.).

El papel de la información geográfica es vital para el desarrollo de una nación que requiere con urgencia la actualización y eficacia de sus procesos, así como la conservación de sus recursos. El desarrollo de un pueblo se mide en la capacidad de comunicación de sus entidades y la calidad del servicio que esta unión brinda a sus habitantes, es por esto que el desarrollo de aplicaciones y la producción de información interinstitucional, es de vital importancia para garantizar que exista la calidad del principal insumo para la toma de decisiones en un territorio; en consecuencia, la información espacial toma fuerza e importancia en el quehacer de las entidades de la nación y es por ello que se toma la iniciativa de crear un lenguaje común entre todas las entidades, sin importar su carácter jurídico o razón social, si están o no de acuerdo de adoptar un software privativo o de código abierto en sus funciones; en este caso, la interoperabilidad se convierte en la principal meta de cada institución con el único objetivo de producir información de forma eficiente y clara, así como de brindar dicha información al servicio del público y la comunidad investigativa.

- El papel del software de código Abierto en la construcción de Infraestructura de Datos Espaciales IDE.

El software de código abierto es colaborativo, libre y participativo, se presta fácilmente para su réplica y moldeamiento, para ajustar cualquier parámetro a las

necesidades del usuario; es por ello, que la mejor opción en la mayor parte de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), es la de utilizar software de código abierto, que permita desarrollar un lenguaje colaborativo de acceso a cualquier tipo de usuario, que además tenga la versatilidad de ser leído en cualquier fuente acceso a la información y que pueda ser consultado de forma eficiente sin requerir grandes recursos informáticos.

Atendiendo a este tipo de requerimientos de información, el proyecto Geobolivia opta por el uso de software de código abierto y servicios web geográficos para el acceso a la información sin restricciones de uso ni distribución; dado que, la información es un insumo para el desarrollo de la sociedad, la cual debe conocer de manera clara su territorio; en este caso, se opta por la inclusión de servicios web geográficos *Web Map Service WMS* y *Web Feature Service WFS*, así como de la base nacional en el repositorio contributivo de información geográfica Open Street Map, el cual puede ser consultado y descargado libremente para su uso y actualización de forma sencilla desde la web.

El tercer y más grande paso que ha dado el impulso de la Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia (IDE-EPB) en el marco del programa Geobolivia, es el desarrollo de una adaptación del conocido sistema operativo, especializado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) OSGeo o por sus siglas en inglés (Operating Sistem for Geography); denominado Geobolivia - LiveDvd, el cual se trata de un sistema operativo que puede o no ser instalado en el computador, debido a que tiene la capacidad de ser utilizado como un medio portable de información, con una licencia sin requisitos extensos de uso y acceso libre, el cual contiene todos los paquetes de software que se necesitan para acceder, actualizar, analizar y producir información contenida en los servicios web geográficos de la nación. El proyecto desde su perspectiva del desarrollo contributivo y colaborativo, la fuente de datos de libre acceso, el desarrollo colaborativo de entidades privadas y públicas, la universidad y el estado, son un gran referente de como una nación puede llegar a hablar el mismo lenguaje

geográfico en cada una de sus entidades sin perder autonomía, y brindando un servicio de calidad al ciudadano y a la comunidad investigativa en general.

#### 4.1.2 Antecedentes Nacionales.

El SIG como herramienta del progreso institucional. SIG-OT: El SIG-OT (sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial), surge de la necesidad de interrelacionar toda la información que existía dispersa en todas las entidades encargadas de la gestión del territorio, partiendo de necesidades básicas como el poder identificar de forma eficiente y rápida las áreas concesionadas para minería, conocer a través de este, si se encuentran habitadas por un resguardo o una comunidad indígena protegida por la Ley, o cual es la dispersión de la población afectada por el fenómeno de la niña. Estas situaciones son fácilmente identificables con la ayuda de la gestión de la Información Geográfica y el uso de las tecnologías Geo - espaciales, de la misma manera que la formulación de planes y políticas de solución para casos específicos de esta y otra índole por medio de sistemas específicos, como lo son los Sistemas de Información de Tierras (SIT), los sistemas de Información Geo - estadística y los Sistemas de Información Geográfica a diferentes escalas, o desde una visión global e integral de la gestión institucional, la consolidación de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE´s).

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en la ejecución de su política institucional, la cual abarca el apoyo técnico y metodológico para el tratamiento adecuado de la información espacial, toma la iniciativa por medio de la recién instituida Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), de generar un sistema que articule toda la información oficial del país en un entorno de gestión y análisis de información necesaria para el Ordenamiento Territorial (OT), tomando como referencia el artículo 49 de la ley 152 de 1994, el cual plantea que será

deber del Departamento Nacional de Planeación (DNP), el establecer sistemas de información para la formulación, revisión y ejecución de los planes de ordenamiento a nivel nacional y así mismo, será una de las metas de las entidades territoriales a través de las secretarías de planeación, implementar sistemas de información que faciliten la formulación y ejecución de los planes y proyectos de ordenamiento territorial en sus territorios, como soporte normativo a la formulación de un proyecto interinstitucional, que con la ayuda del gobierno Sueco empieza a tomar forma.

Como es común en los proyectos para el desarrollo de herramientas y sistemas, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adopta como base metodológica la (MDS) o Metodología para el Desarrollo de Software, tomando como regional piloto a los departamentos de Nariño, Cauca y Valle del Cauca, desarrollando un diagnóstico de la información y el estado actual de las administraciones y corporaciones que entran en el proyecto, de este estudio encontraron los siguientes problemas generalizados para todas las entidades territoriales hasta la actualidad:

Desconocimiento de las necesidades de información espacial de los usuarios y de la capacidad institucional de los actores del sistema de planeación nacional, regional y local. Inexistencia de un flujo regulado de información (productores/usuarios) para la toma de decisiones, en apoyo a sus procesos de planeación y gestión de carácter nacional, regional y local. La información para la toma de decisiones está incompleta, se encuentra desactualizada con deficiencias en la documentación y muy escasa estandarización, lo cual dificulta su integración y uso en los procesos de planeación en los diferentes ámbitos territoriales. Los usuarios técnicos y políticos no utilizan el componente espacial de la información, como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en los procesos de planeación de carácter nacional, regional y local.

Para el correcto funcionamiento y desarrollo de un sistema que se basa en la creación de entornos de trabajo interinstitucionales, es necesario estandarizar lo realizado por cada una de las entidades, dentro de un marco de referencia interoperable con referencias internacionales, que se ajuste a las necesidades de todas y cada una de las instituciones involucradas en el proceso; es por ello, que se optó por ajustar un marco normativo enfocado al manejo de la información geográfica, adoptando así una referencia ISO-TC 211 (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 2010) que hace alusión al estándar internacional generado por la organización internacional para la estandarización, el cual es adoptado por entidades importantes como la Infraestructura para la Información Espacial de la Comunidad Europea (INSPIRE, por sus siglas en inglés), la cual establece un marco normativo a nivel internacional para el manejo de datos espaciales y la estandarización de los mismos en diferentes aspectos y sectores productivos; además, está reglamentada a nivel funcional y metodológico por el Consorcio para la Geomática Abierta (OGC), albergando un compendio de entidades, desarrolladores de software, instituciones y usuarios de información geográfica a nivel mundial que se encargan de la implementación de normas técnicas para asegurar la calidad de la información, estandarización y difusión.

Debido a lo anterior, en Colombia se toman los estándares ISO-TC 211 (Ibíd, 2010) como referencia internacional, adoptando así los parámetros a la Norma Técnica Colombiana para el tratamiento de datos espaciales, la cual es reglamentada por un ente regulador de cada uno de los procesos, está coordinado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) y el Comité Técnico Nacional para el Tratamiento de datos Geográficos CTN-028, que se encarga de ejercer un control de calidad nunca antes visto en proyectos y aplicaciones para el manejo de datos espaciales de esta envergadura; logrando con gran versatilidad y coherencia, cruzar la información de un sin número de ítems a escala nacional, dignificando la implementación de una herramienta íter-institucional para la atención de casos críticos de ordenamiento territorial a nivel nacional.

#### 4.1.3 Antecedentes a escala regional.

IDES y SIG enfocado al desarrollo local. IDECA: Dentro del marco de entidades pioneras en el desarrollo y gestión de datos espaciales, Bogotá como el Distrito Capital de Colombia, siempre se ha caracterizado por mantenerse a la vanguardia en procesos de desarrollo e implementación de herramientas para diferentes áreas del ordenamiento territorial, partiendo del catastro como principal eje dinamizador del espacio y transformando la visión institucional de las diferentes áreas del conocimiento (servicios públicos, sistemas sociales y censo, sistema vial, violencia entre otras). Por eso, el Distrito Capital (DC) mantiene una visión integral y avanzada, conforme a la implementación de (SIG) enfocado a los diferentes procesos de ordenamiento territorial (OT).

Partiendo de la necesidad de verificar que la información sea compatible y unificada, ejerciendo un debido control normativo y generando información de calidad en todos los aspectos, se crean herramientas de control y supervisión institucional, caso de las infraestructuras de datos espaciales (IDE's) o las normas para el uso de información espacial. Por su parte, el IDECA (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital), se instituye de la necesidad de gestionar de forma eficiente toda la información que existe en el distrito capital, creando un canal de interoperabilidad y control de calidad para la información geográfica en todas las áreas del Ordenamiento Territorial (OT) e introduciendo así, el sistema para el control catastral y de uso del suelo más eficiente del país; a su vez, se convierte en una herramienta de gestión para la formulación de procesos para el ordenamiento territorial como es el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), los planes viales, los planes para el manejo de ecosistemas estratégicos y los planes para la adecuación de zonas recreativas dedicadas al deporte.

En consecuencia existen dos convenios importantes, el primero es la creación del portal web para el catastro distrital y el OT, en conjunto con canales de difusión de servicios web geográficos en formatos estandarizados y el segundo, es la

inclusión del distrito capital en la base de datos cartográfica del Environmental Spatial Research Institute (ESRI); el cual, genera un canal muy grande para la difusión y el uso de la información que se crea en la IDECA, siempre proyectada a realizar más eficiente y óptimo el uso de tecnologías geo - espaciales aplicadas al ordenamiento territorial del distrito capital.

Entre las principales tareas que se realizaron en la IDECA, están la realización de un estándar de meta-dato de acuerdo a las normatividades institucionales, la elaboración de catálogo, de objetos y símbolos, la constitución de una normatividad para el correcto uso de información geográfica, la migración de los datos a estándares definidos por la Ley Nacional entre otros; encontrándonos así, con un gran ejemplo de cómo la gestión institucional bien encaminada, puede apoyar de manera significativa los diferentes procesos que hacen de una ciudad un mejor espacio para vivir.

## **5. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El siguiente estudio se ubica al oriente del Departamento de Nariño, donde se encuentra el municipio de San Juan de Pasto, el cual “cuenta con una población de 383.846 habitantes de los cuales el 89% se ubican en el área urbana; evidenciando que San Juan de Pasto es un Municipio eminentemente urbano” (Alcaldía Municipal de San Juan de Pasto, 2010) razón que justifica ser uno de los principales centros de servicios y funciones del sur occidente colombiano. El municipio de San Juan de Pasto limita por el norte con los municipios de la Florida,

Chachagüí y Buesaco; al sur con los municipios de Tangua, Funes y el Departamento del Putumayo; al oriente con el Departamento del Putumayo y al occidente con los municipios de Tangua, Consacá y la Florida. Se ubica “entre las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 1°21' 53" N (confluencia quebrada la Honda con el río Pasto) y 0° 48' 45" N (confluencia río Patascoy con el río Guamués). Longitud: 77° 02' 12" W (Cerro Patascoy) y 77° 21' 44" W (Volcán Galeras). Su extensión territorial es de 112.840 hectáreas” (Ingeominas, 2003).

“La zona urbana se localiza justamente en el valle de Atriz, el cual es de origen sedimentario derivado de la colmatación de depresiones orogénicas, estas a través del tiempo dieron origen a un paisaje donde confluye un área plana enmarcada en una zona montañosa con alturas promedio que oscilan entre 2.400 y 2.700 m.s.n.m, una temperatura promedio de 14°C y una extensión 24.16 Km<sup>2</sup>, organizada en 12 comunas. El área rural posee 1.087 Km<sup>2</sup> y se compone” (Alcaldía Municipal «*op. cit.*» pág. 12) de 18 Corregimientos; de esta manera, la ciudad limita al norte con los corregimientos de Mapachico, Morasurco y Tescual; al sur con los corregimientos de Catambuco, Jamondino y Mocondino; al oriente con los corregimientos de Tescual y Buesaquillo y al occidente con los corregimientos de Mapachico, Obonuco y Jongovito (figura 1).

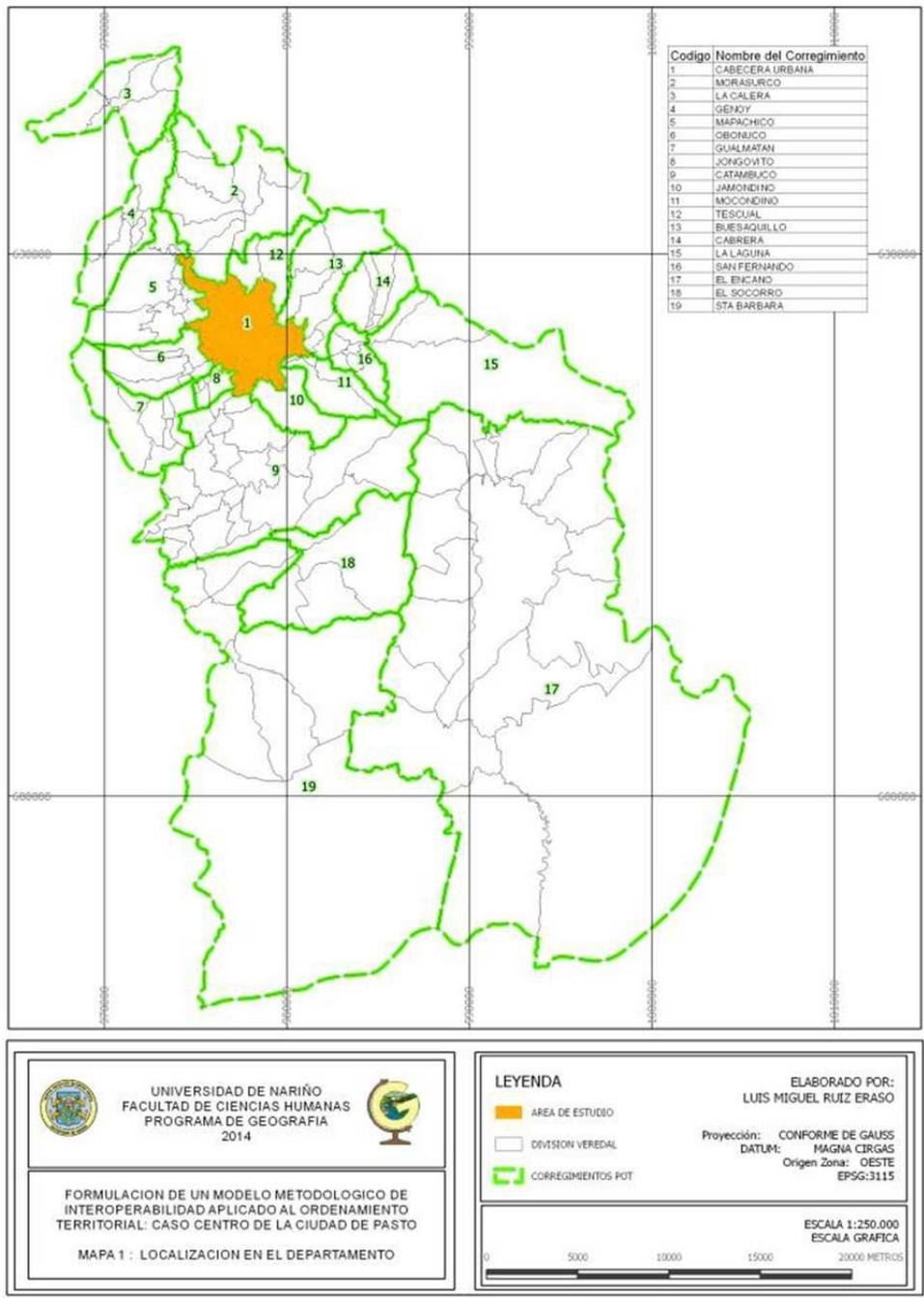


Figura 1. Localización del área de estudio en el Municipio.

Fuente. Este estudio

Como se mencionó anteriormente, la estructura administrativa de la ciudad la constituyen 12 Comunas. El presente estudio se desarrolló en la ciudad de San Juan de Pasto, específicamente en las Comuna 1, 2 y en un barrio de la Comuna 8 (figura 2), donde se configura un polígono con las siguientes coordenadas planas: máximas X: 978878,9385, mínimas X: 976370,328330804; máximas Y: 626157,340600001 y mínimas Y: 624255,603400001, con sistema de referencia Magna Sirgas. El área de estudio está constituida por 37 barrios, sectores y urbanizaciones, distribuidas en las comunas objeto de estudio (cuadro 1).

Comuna	Barrio	Comuna	Barrio
Comuna 1	Las Americas	Comuna 2	Los Balcones
Comuna 1	San Andresito	Comuna 2	Medardo Bucheli
Comuna 1	Centro	Comuna 2	Javeriano
Comuna 1	San Agustin	Comuna 2	San Juan Bosco
Comuna 1	Santiago	Comuna 2	Los Abedules
Comuna 1	Los Dos Puentes	Comuna 2	Los Alamos
Comuna 1	Caracha	Comuna 2	Bellavista
Comuna 1	El Churo	Comuna 2	Villa Lucia
Comuna 1	La Panaderia	Comuna 2	Atahualpa
Comuna 1	San Jose Obrero	Comuna 2	San Miguel
Comuna 2	Fatima	Comuna 2	La Alhambra
Comuna 2	Parque Bolivar	Comuna 2	Navarrete
Comuna 2	Salomon	Comuna 2	El Prado
Comuna 2	Zona no identificada	Comuna 2	Normandia
Comuna 2	Las Violetas	Comuna 2	Aire Libre
Comuna 2	Las Lunas	Comuna 2	Casabella
Comuna 2	El Recuerdo	Comuna 2	Coliseo Cubierto
Comuna 2	El Olivo	Comuna 8	Capusigra
Comuna 2	Urbanizacion Gran Colombia		

Cuadro 1. División por barrios para el área de estudio.

Fuente. Este estudio.

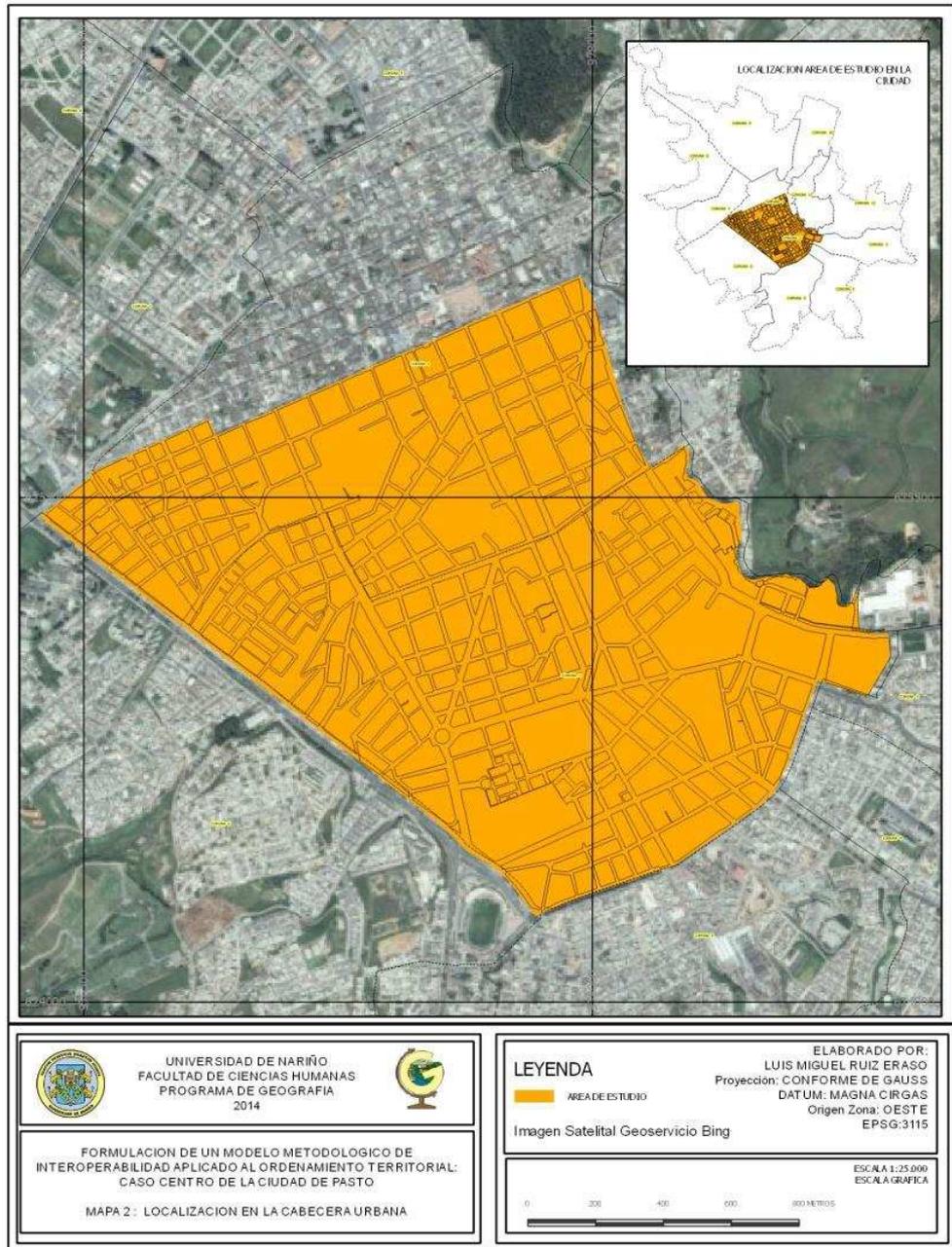


Figura 2. Localización del área de estudio en la cabecera urbana.

Fuente. Este estudio.

## **6. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **6.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).**

“Los sistemas de información geográfica (SIG), han evolucionado tanto o más rápido que los sistemas de información tradicionales; en este sentido, se debe ampliar el concepto tradicional de los SIG, teniendo en cuenta que se han visto como el conjunto de funcionalidades que permiten capturar, almacenar, manipular, analizar, validar y desplegar datos geográficos, incluyendo los canales de comunicación de la información como un nuevo componente de estos sistemas” (Infante *et al.* 2010). Desde una visión práctica de los entornos, se podría decir que el SIG integra diferentes procesos técnicos del análisis geográfico por medio de sistemas para la recolección, tratamiento y producción de información; tanto espacial y cartográfica, como temática en forma de base de datos y procesos de percepción remota; de ahí parte la principal diferencia del dibujo, el diseño y su avance hacia el modelamiento y análisis sistematizado. El diseñar un sistema de Información Geográfica (SIG), puede traducirse en hacer un sistema de sistemas, integrando factores determinantes de ciencias como la Ingeniería de Sistemas, la Cartografía, la Geografía, la Percepción Remota y un componente organizacional fundamental donde cada uno trabaja en conjunto con todos los conceptos que vienen inmersos en él, apuntando hacia la realización de una serie de funciones que suplen una necesidad de ordenamiento del territorio.

### **6.2 INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDE'S).**

“Podemos definir una Infraestructura de Datos Espaciales IDE como un conjunto de tecnologías, normas y planes institucionales, todos ellos encaminados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información” (Olaya, 2012). En este sentido, el

desarrollo de pautas y normas que ayuden a la consolidación de procesos óptimos en la creación y gestión de información geográfica (IG), aporta considerablemente a la supervisión, la calidad, la coherencia y la exactitud; más aún, a asegurar que estas normatividades duraran a corto, mediano y largo plazo para permitir la perdurabilidad de factores como la interoperabilidad de sistemas tan complejos, como lo son en muchos casos los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales son la base fundamental del termino Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de la producción y desarrollo de la información geográfica IG, cada uno de los procesos inmersos en la producción de la misma deben reflejar una correcta gestión del componente institucional dentro de un SIG y por consiguiente, afirmar la correcta interacción de diferentes sistemas de gestión para información geográfica, estos deben estar siempre condicionados por normas y parámetros encaminados al sector mencionado, replicable a cada uno de los otros sectores (software – hardware - datos – procesos - medios de difusión) que faciliten una red eficiente de trabajo interinstitucional.

### **6.3 ORDENAMIENTO TERRITORIAL E INFORMACIÓN ESPACIAL.**

El ordenamiento territorial en Colombia puede dividirse en dos sectores fundamentales, los territorios que prestan vital importancia al manejo de la información como eje fundamental para la realización de modelos de desarrollo adecuados, que sean lo más cercanos posibles a la realidad, creando así escenarios que ayuden a la correcta toma de decisiones de una región, de la mano de otras regiones y las entidades territoriales, preocupadas por hacer obras que demuestren un desarrollo relativo a la población, sin importar su interrelación con los otros factores que intervienen en una sociedad; además de los sectores

municipales, o regionales que solo se han ocupado en establecer obras sociales sin ningún conocimiento o recursos técnicos adecuados.

El Ordenamiento territorial es el conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. El ordenamiento del territorio tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible. (Departamento Nacional de Planeación, *s.f.*).

Una de las mayores barreras que ha enfrentado la interinstitucionalidad en su camino a establecer una Infraestructura de Datos Espaciales, es la falta de recursos que amerita un sistema y más aún, uno que sea integral; de hecho, un pueblo no es lo suficientemente “desactualizado” ni “pobre”, para no poder darle soluciones viables a sus problemas de ordenamiento territorial, es sencillamente que no se han establecido canales de conocimiento para brindar soluciones óptimas al problema.

En este mundo de conocimientos, el saber es más valioso a mediano y largo plazo; no obstante, es mucho más productivo el establecimiento de vías de conocimiento e información que las obras que se desarrollen en un territorio. Es preciso aterrizar el concepto de ordenamiento territorial, para no incurrir en las mismas inconsistencias teóricas que sufren muchos de los encargados de esta valiosa labor. Desde el establecimiento del hombre en sociedad, el ordenamiento territorial se ha convertido en un proceso intrínseco a través de la evolución, debido a que el hombre en su proceso de producción social, transforma el territorio para satisfacer ciertas necesidades, lo que en si genera de manera automática la

necesidad de entender cómo los factores naturales condicionan este tipo de prácticas, buscando ejercer medidas para acoplarse a este tipo de cambios.

El conjunto de actividades, realizadas en el proceso evolutivo del hombre en sociedad, se modifican correspondiendo a tres factores fundamentales: el entorno geográfico en su totalidad e integridad, la composición de los procesos sociales o tipificación de las sociedades (sociedades de consumo, de producción, de comercio...), y tal vez el más importante y “menospreciado”; el concepto de pensamiento colectivo, el cual hace referencia a cómo se organiza una sociedad en sus conceptos, actitudes con el mundo moderno, su tecnología e información para combatir en conjunto una situación adversa o negativa; de esta idea, podemos deducir que el ejercicio del ordenamiento territorial no se crea sino que se ejerce, existe desde el mismo instante de la consolidación de sociedades, grupos y sectores productivos a partir de los recursos que brinda el territorio.

El ordenamiento territorial como práctica institucional, debe ser tomado como un asesoramiento para el correcto uso y gestión de los recursos, bienes y servicios de un territorio, este es un proceso que debe ser integral, específico y enfocado a cada una de las necesidades, tanto de una sociedad como de un espacio geográfico. Es por ello, que este asesoramiento debe incluir la mayor cantidad de ciencias y ramas del conocimiento que se involucren con el territorio, no se pueden establecer acciones sociales, productivas, de conservación, de desarrollo o de participación sin el conocimiento técnico adecuado; se debe convertir en una prioridad, tanto de la ciudadanía como de la academia y de las diferentes entidades que forman parte en la revolución del pensamiento del OT. La idea del ordenamiento territorial como una norma de comportamiento, más que como un instinto de supervivencia, es la de evolucionar como ciudad, acompañada de una sociedad que sepa conservar, mitigar, prevenir, organizar y gestionar el territorio. El OT se replica en todos los sectores de la sociedad, desde los mega-proyectos de infraestructura, hasta los planes barriales de recolección de basura.

## **7. MARCO LEGAL**

### **7.1 LEY 388/97.**

Objetivo no 3. Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios, se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, velando por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres.

Principios de la Ley 388.

- a.** La función social y ecológica de la propiedad.
- b.** La prevalencia del interés general sobre el particular.
- c.** La distribución equitativa de las cargas y los beneficios.

#### **7.1.1 Artículo 8º.- Acción urbanística.**

- a.** Localizar y señalar las características de la infraestructura para el transporte, los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos, así como los equipamientos de servicios de interés público y social, tales como centros docentes, hospitalarios, aeropuertos y lugares análogos.
- b.** Establecer la zonificación y localización de los centros de producción, actividades terciarias, residenciales y definir los usos específicos, intensidades de uso, las cesiones obligatorias, los porcentajes de ocupación, las clases, usos de las edificaciones y demás normas urbanísticas.

c. Determinar espacios libres para parques y áreas verdes públicas, en proporción adecuada a las necesidades colectivas.

#### 7.1.2 Artículo 13º.-Componente urbano del plan de ordenamiento.

a. La localización y dimensión de la infraestructura para el sistema vial de transporte, la adecuada intercomunicación de todas las áreas urbanas, incluyendo las proyectadas para las áreas de expansión; la disponibilidad de redes primarias y secundarias de servicios públicos a corto y mediano plazo, la localización prevista para los equipamientos colectivos y espacios libres para parques y zonas verdes públicas de escala urbana o zonal y el señalamiento de las cesiones urbanísticas gratuitas correspondientes a dichas infraestructuras.

b. La delimitación en suelo urbano y de expansión de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales, paisajísticos, históricos y culturales, de conformidad con la legislación general aplicable a cada caso y las normas específicas que los complementan en la presente ley; así como de las áreas expuestas a amenazas y riesgos naturales.

## **7.2 LEGISLACIÓN REFERENTE A ESTÁNDARES Y MANEJO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA IG.**

La legislación referente a uso, estandarización y creación de información geográfica, puede considerarse como algo nuevo y revolucionario, poco adoptado y difundido, en este caso, es el fin del proyecto, adoptar el uso y producción de Información geográfica, en servicio del ordenamiento territorial de San Juan de Pasto a estándares y legislación nacional, regional y global, para tal fin se hará referencia a la legislación que regirá el presente estudio.

### 7.2.1 CONPES 3585.

Consolidación de la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE (Conpes 3285, 2009).

### 7.2.2 Resolución 068 del 2005.

Por la cual se adopta como único DATUM oficial de Colombia el marco geocéntrico nacional de referencia: MAGNA-SIRGAS (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005).

### 7.2.3 Comité técnico para la normalización de la información geográfica CTN 28.

El ICONTEC dirige la normalización de información geográfica a través del Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica – CTN 028, cuya secretaría técnica es ejercida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC además, es apoyado por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE. Los adelantos alcanzados en esta materia, están enfocados hacia la aprobación de Normas Técnicas Colombianas referentes a la temática geográfica, a partir de la adopción de Estándares del Comité Técnico ISO/TC 211 (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2014). Algunas de las normas técnicas adoptadas hasta el momento y de las cuales registró el presente estudio son las siguientes:

- Norma técnica colombiana 4611 conforme a ISO 19115:

“Esta norma especifica el esquema requerido para describir la información geográfica análoga y digital. Así mismo, proporciona información acerca de identificación, calidad, representación espacial, sistema de referencia espacial, contenido de los datos, catálogo de símbolos y distribución, para un conjunto cualquiera de datos geográficos. Además, es aplicable a todas las formas de datos geográficos, sean ellos conjuntos de datos geográficos, series de datos, objetos o atributos geográficos individuales.” (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2014).

- **Norma técnica colombiana NTC 5661 conforme a ISO 19110:**

“Esta norma busca especificar la metodología para determinar la estructura (catálogo) con la que se organizan los diversos tipos de objetos geográficos, sus definiciones y características (atributos, relaciones y operaciones), unifica las características de los catálogos de objetos, de manera que sean integrables, homologables y fácilmente comprensibles; a su vez, permite la creación, revisión y actualización de catálogos, además de establecer pruebas de conformidad para su validación”. (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, sf).

- **Norma técnica colombiana NTC 5662 conforme a ISO 19131:**

“Esta norma pretende establecer los conceptos básicos, estructura y contenido que deben tener las especificaciones técnicas para generar productos geográficos y proporcionar una ayuda práctica en la creación de las mismas, de acuerdo a lo establecido en otras normas existentes en el campo de la información geográfica”.

**- Norma técnica colombiana NTC 5043 conforme a ISO 19114 y 19 138:**

Calidad de la información geográfica, (documento en proceso de actualización).

**- Norma técnica colombiana NTC 5660 conforme a ISO 19114 19139 19135:**

“Evaluación de calidad procesos y medidas. Éste es un documento normativo que sugiere la forma como se deben presentar los resultados una vez terminadas las pruebas de evaluación de calidad, teniendo en cuenta elementos como el alcance de la medición, el elemento y subelemento seleccionado para cada prueba y el método de evaluación de calidad empleado, entre otros”.

## **8. METODOLOGIA.**

### **8.1 Método de investigación.**

Basado en el método lógico Inductivo, el cual parte de establecer la recolección, depuración y análisis de información para así plantear una hipótesis que resuelva el problema planteado.

- **Paradigma de la investigación.** Es cuantitativo, basado en la corriente positivista dado que establece a la verdad como algo estrictamente cuantificable, valorando así la hipótesis planteada en el proyecto “la cuantificación y valoración de los aspectos fundamentales para la estandarización de datos espaciales que intervienen en el ordenamiento territorial urbano”.

### **8.2 FASE N°1.**

Definir la base conceptual-lógica (sistemas de codificación, identificadores únicos, sistemas de referencia). A partir de información secundaria oficial de distintas entidades territoriales.

#### **8.2.1 Actividad 1.**

Como primera medida se procede a la recolección de información secundaria, ordenándola mediante sus características particulares (fuente, tipo de archivo, año de actualización y escala de trabajo), se analizarán las fuentes de datos, licencias de uso y la disponibilidad de esta en una IDE Local.

Para cumplir el objetivo, es necesario poder establecer un diagnóstico de los datos con los que cuenta la ciudad, ya que el desarrollo de una infraestructura de datos espaciales IDE, se basa en la integridad y coherencia de la información. En consecuencia, se trata de elaborar y estructurar lenguajes claros y definidos entre las diferentes entidades, convirtiéndose en un proceso estrictamente necesario para recopilar, organizar y clasificar la información de una manera adecuada y precisa, determinando su grado de importancia, el estado en el que se encuentra, así como las políticas de uso y difusión; dado que, es de vital importancia abordar la formulación del modelo con una prospectiva real de la información con la que cuenta el estudio. Es importante mencionar, que las entidades de carácter privado tienen políticas de uso de la información muy estrictas, por lo cual fue imposible hacer uso de la misma para fines de incluirla en el estudio; del proceso de recolección de información, se obtuvo la siguiente lista de insumos:

### **8.2.2 Actividad 2.**

Revisar las diferentes estructuras de datos, los sistemas de codificación y esquemas de datos oficiales que rigen a nivel nacional y regional, el Modelo de Datos Urbano y Catalogo de Objetos CO-U 1996, Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, así como los datos que intervendrán en el estudio, con el fin de establecer los medios necesarios para estructurar un sistema de codificación y estandarización adecuado y compatible con los sistemas oficiales del país. Es importante establecer criterios claros para determinar el estado de un insumo básico para el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales IDE, pues de eso depende la calidad y pertinencia de los productos, así como su homologación y correcta estandarización, con miras a ejercer procesos adecuados en la gestión del territorio.

Para hablar del planteamiento de una base conceptual lógica, se deben establecer unos lineamientos legales para un proceso de ordenamiento territorial, los cuales servirán de línea base para ejecutar procesos interoperables entre las entidades, estos deben ser claros y definidos con la entidad encargada de la revisión o ajuste de los planes y esquemas de Ordenamiento Territorial OT; es por ello, que fue necesario determinar una serie de ítems de análisis, que fueran operables tanto con los requerimientos de la ciudad de San Juan de Pasto y sus procesos de Ordenamiento Territorial, como de la base de datos que sugiere la autoridad ambiental para la revisión de los planes de ordenamiento territorial en el esquema urbano funcional, la cual se encuentra en los términos de referencia que presenta la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) para la elaboración de Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial POT's y EOT's y que forman parte de la línea base del estudio, ya que toda la información debe estar articulada entre si asegurando canales de interoperabilidad.

ESQUEMA	ENTIDAD	TIPO	ATRIBUTO	TIPO
Ordenamiento_General	OM_Uso_Suelo_Ur	POLIGONO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Codigo_Usuelo	Texto
			Nombre_Usuelo	Texto
			Escala	Texto
			ID_Municipio	Entero corto
			SHAPE_Length	Doble
			SHAPE_Area	Doble
	OM_Zona_Homogenea_Fisica_Ur	POLIGONO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Codigo_ZhomogeneaFisica	Texto
			Nombre_ZhomogeneaFisica	Texto
			Descripcion	Texto
			Escala	Texto
			ID_Municipio	Entero corto
			SHAPE_Length	Doble
	OM_Zona_Homogenea_Geoeconomica_Ur	POLIGONO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Codigo_ZhomogeneaGeoeconomica	Texto
			Nombre_ZhomogeneaGeoeconomica	Texto
			Valor	Texto
			Escala	Texto
			ID_Municipio	Entero corto
			SHAPE_Length	Doble
	RH_Predio_Ur	POLIGONO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Codigo_Predio	Texto
			Numero_Predial	Texto
Propietario			Texto	
Cedula			Texto	
Nombre_Predio			Texto	
Superficie			Texto	
SHAPE_Length	Doble			
SHAPE_Area	Doble			

ESQUEMA	ENTIDAD	TIPO	ATRIBUTO	TIPO
BASE 2000	B2000_Alcantarillado	PUNTO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Código_Alcantarilla	Texto
			ID_Municipio	Entero Corto
	B2000_Barrío	POLIGONO	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Código_Barrío	Texto
			Nombre_Geográfico	Texto
			ID_Municipio	Entero Corto
	B2000_Comuna	POLIGONO	SHAPE_Length	Doble
			SHAPE_Area	Doble
			OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Código_Comuna	Texto
	B2000_Equipamento	POLIGONO	Nombre_Geográfico	Texto
			Código_Equipamento	Texto
			ID_Municipio	Entero Corto
			SHAPE_Length	Doble
			SHAPE_Area	Doble
	B2000_Perimetro_Urbano	POLYLINEA	OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
			Código_Purbano	Texto
			Nombre_Geográfico	Texto
	OM_Tramo_Red_Acueducto_Ur	POLYLINEA	ID_Municipio	Entero Corto
			SHAPE_Length	Doble
			OBJECTID	ObjectID
			Shape	Geometría
	OM_Tramo_Red_Energia_Ur	POLYLINEA	Código_Racueducto	Texto
Escala			Texto	
ID_Municipio			Entero Corto	
SHAPE_Length			Doble	
OM_Tramo_Red_Energia_Ur	POLYLINEA	OBJECTID	ObjectID	
		Shape	Geometría	
		Código_Renergia	Texto	
		Escala	Texto	
OM_Tramo_Red_Telefonica_Ur	POLYLINEA	ID_Municipio	Entero Corto	
		SHAPE_Length	Doble	
		OBJECTID	ObjectID	
		Shape	Geometría	
OM_Tramo_Red_Telefonica_Ur	POLYLINEA	Código_Rtelefonica	Texto	
		Escala	Texto	
		ID_Municipio	Entero Corto	
		SHAPE_Length	Doble	

Cuadro 2. Esquema funcional de la base de datos de Corponariño.

Fuente. Este estudio.

Continuación cuadro 2. Esquema funcional de la base de datos de Corponariño.

Fuente. Este estudio.

Ya establecida una base legal para el tratamiento de datos espaciales a escalas urbanas, los cuales deben estar incluidos en la formulación de un Plan de

Ordenamiento Territorial o un Esquema de Ordenamiento Territorial POT y EOT respectivamente, se puede abordar la revisión de esquemas funcionales para bases de datos a nivel nacional.

Teniendo en consideración las bases claras sobre estandarización de información y manejo adecuado de productos cartográficos, se optó en primera medida por acoger como base teórica el estudio “modelo de datos urbanos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)”, del año 1996, el cual se ha convertido en un gran referente para la elaboración de un sinnúmero de aplicaciones urbanas a nivel nacional; debido a que este está enfocado a un esquema objeto relacional, más eficiente y cercano a la realidad, que permite ejercer un control de calidad por medio de operaciones entre elementos y sentencias de validación, además de estar más enfocado a la implementación a bases de datos con lenguaje estructurado basado en consultas o SQL por sus siglas en inglés (Structures Query Language) como lo es el software gestor de bases de datos *PostgreSQL* con su extensión espacial *PostGIS* para el manejo de datos espaciales.

- **Sistemas de codificación.** Los sistemas de codificación son un referente importante de la estandarización y la eficiencia que la información puede llegar a tener para un fin específico, dado que es más fácil de ordenar, manejar e interrelacionar que otros tipos de caracteres operables, es por ello que la información debe ser utilizada por un sistema de identificadores que permitan relacionar los elementos del mismo tipo, de otros tipos, por ítem, clase o con otros sistemas (interoperabilidad), para así construir idiomas claros de manejo espacial.

Los principales sistemas de codificación que regirán el estudio y considerando el hecho de que la escala es urbana, convirtiendo el catastro como la unidad fundamental del Ordenamiento Territorial (OT), serán los del Sistema Nacional Catastral (SNC), el sistema de codificación del sistema geo - estadístico nacional, la clasificación oficial vial planteada por Invías para trabajo urbano, la tipología de usos del suelo manejada por la alcaldía en el acuerdo No 26 del 2009 como último

Plan de Ordenamiento Territorial vigente a la fecha (Colombia, 2009), además de visualizar el resto de la información que debe estar ligada a estos ítems de análisis, como una serie de elementos interrelacionados entre sí, que se deben compaginar de una forma armónica por medio de un planteamiento de base de datos objeto relacional.

Tomando en consideración la adopción del código nacional catastral vigente desde el 1 de enero del año 2013, el cual es interoperable entre las diferentes entidades de catastro a nivel nacional y que se compone de 30 dígitos, se parte para establecer parámetros básicos del territorio, como la comuna, el barrio, el sector catastral, la zona entre otros. Estos factores, determinan una revolución completa del pensamiento de estandarización e interoperabilidad entre las diferentes entidades, debido a que permiten ubicar un punto sobre el terreno teniendo algo más que la descripción de sus coordenadas, nos permite deducir automáticamente su geo - localización por medio de su barrio, comuna, municipio, departamento, la condición de propiedad que se establece y en el caso de propiedades horizontales, el número del piso, torre y la unidad que representa ese bien inmueble. La siguiente es la descripción del código predial vigente que regirá el estudio de una forma importante, como llave única para una gran cantidad de información.

A continuación la descripción del código predial nacional.

El Departamento Nacional de Estadística (DANE), viene trabajando desde hace 86 años como entidad líder en la producción de la información estadística del territorio colombiano; para ello, diseñaron un sistema de codificación para trabajo interno de la entidad, el cual resulta ser muy poco eficiente, no permite establecer diferencias significativas entre el código con el simple hecho de cambiar algún atributo, pero este debe ser un punto interesante de análisis, dado que en gran medida el estudio parte de este código, siendo un referente importante a nivel urbano del cómo se trabaja en los diferentes municipios, pues cada entidad realiza un trabajo

de manera aislada, sin ningún tipo de control normativo y sin una metodología de estandarización ni depuración de los datos espaciales, es por ello, que se tomó como principal consideración el migrar el código al sistema predial, ya que hablamos de la misma unidad de análisis que para el sistema, debe estar identificada como uno solo, evitando redundancias y duplicidad.

A continuación una breve descripción del código utilizado para el trabajo del Departamento Nacional de Estadística (DANE).

Existen codificaciones excepcionales de información dentro de áreas de la alcaldía, las cuales son de manejo institucional y deben crearse vínculos a la información estandarizada por medio de llaves e identificadores únicos, que aseguren que se va a respetar ambas partes del sistema. Estos elementos se encuentran en áreas donde no se cuenta con la comunicación acertada entre ellos y las oficinas que tienen la información base de la ciudad, el crear este tipo de lenguajes establece una ruta a que todas las dependencias de la alcaldía tomen la información geográfica como un punto de unión y dialogo institucional para poder apoyar el trabajo conjunto del Ordenamiento Territorial.

### **8.3 FASE N°2.**

Depurar y validar la información de acuerdo a los parámetros requeridos para una correcta estandarización de los datos.

#### **8.3.1 Actividad 1.**

Elaborar un instructivo práctico acerca de validadores y sentencias de calidad y exactitud para el tratamiento de datos urbanos, lo cual ejercerá una base

metodológica sobre los estándares de calidad necesarios para la validación de datos que deben hacer parte de una Infraestructura de Datos Espaciales IDE local.

Con el fin de diseñar medidas de depuración y validación de los productos cartográficos y temáticos, que tengan una prospección a la creación de políticas claras acerca de la integridad y calidad de la información, se utilizaron los siguientes tres criterios de análisis, aplicables a cualquier insumo, tanto cartográfico, como temático:

- **Referencias Espaciales (no aplica a la información temática).** De acuerdo al artículo 1 de la resolución 068 del 2005 “Adoptase como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado: MAGNA-SIRGAS.” (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005), se debe transformar y proyectar cualquier insumo cartográfico que se encuentre en un sistema de coordenadas distinto a MAGNA SIRGAS, debido a los desfases de ubicación que se encuentran en el anterior sistema de coordenadas Colombia Bogotá; es necesario que gran parte de los insumos se validen y vectorizen teniendo en cuenta la base espacial más precisa y actualizada, que cumpla con las condiciones de referencia y precisión espacial, para así contar con información confiable en sus áreas y distancias respectivamente, para tal fin se opta por tomar como insumo cartográfico el ortofotomosaico de San Juan de Pasto-1\_2000-RC30-2005, cargado en el software *Qgis* a través del Geoservicio de fotos urbanas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), debido a los procesos de rectificación que le realizaron al insumo por medio de puntos geodésicos y levantamiento de placas para la elaboración del sistema de coordenadas de la ciudad en el año 2005.

Se procede a realizar la georeferenciación de toda la información espacial que se encuentra en formato PDF y DWG, la cual es debido realizar un proceso de transformación previa a la migración en el caso de los archivos CAD DWG, y

vectorización por medio del software JOSM, para su posterior homologación de atributos y vectorización en el caso de los archivos PDF.

- **Consistencia lógica.** Esta tiene que ver con la información de los campos, que sea clara y mantenga una estructura lógica, donde los tipos de información coincidan con los datos existentes en los campos de las tablas de atributos, estableciendo niveles de coherencia entre la información de las diferentes entidades, creando canales de comunicación claros y concisos, articulados bajo estándares de calidad que aseguren una información clara y fácil de manipular.

Es necesario determinar una serie de parámetros de revisión, para poder establecer el nivel de estandarización de la información, que se encuentra almacenada en las diferentes entidades que hacen parte del Ordenamiento Territorial (OT) de la ciudad; para ello, se determinaron los siguientes tipos de datos a considerar: el tipo (numérico, texto, etc.), el esquema funcional (que se cubra con la mayor precisión lo que se pretende abordar) y el rango de cobertura en los niveles de la información (que el valor de los datos correspondan a la realidad), de esta manera se obtiene de cada ítem de análisis una serie de validaciones, que brindan una mayor precisión acerca del estado del esquema de datos de cada entidad.

- **Exactitud Temática.** Hace referencia a que la información se encuentre debidamente diligenciada, que no existan datos que no correspondan al campo de la tabla de atributos en que deben estar, que la información tenga una completitud, que se respeten los rangos de datos y que exista una debida relación lógica entre cada uno de los datos con sus correspondientes relaciones con otros elementos del espacio (que tanto espacial como temáticamente, la unión de los predios constituyan una manzana), para ello es necesario el poder elaborar una serie de validadores y sentencias lógicas, además de procesos de depuración de información, que aseguren un insumo base de calidad y que cumplan con unas especificaciones técnicas, necesarias para elaborar planes y proyectos en el

territorio con el insumo espacial adecuado, dentro de este ítem se pretende asegurar un insumo base para que la información este bien referenciada y su posterior carga en el sistema, relaciones espaciales entre otras, sean de una forma eficiente y no incurra a errores.

#### **8.4 FASE N° 3.**

Estructurar un modelo de infraestructura de datos espaciales IDE local a través de la elaboración de modelos entidad-relación, modelo lógico, catálogo de objetos, esquema de meta-datos y Geoservicios.

##### **8.4.1 Actividad 1.**

Elaborar el diseño lógico de la base de datos (Entidad Relación, Modelo de Lenguaje Unificado o UML por sus siglas en ingles), al mismo tiempo elaborar un catálogo de objetos, con el fin de realizar un piloto de una base de datos centralizada basada en la estandarización y lineamientos de calidad.

##### **8.4.2 Actividad 2.**

Consolidar la base de datos centralizada con base a los modelos. Para ello se utilizara como insumo el Software de escritorio *PostgreSQL 9.3.1* con su extensión espacial *PostGIS 2.0*, además del software cliente de la base de datos *Qgis 2.6* y su gestor de carga de datos *Spit*.

### **8.4.3 Actividad 3.**

Conectar la base de datos *PostgreSQL* con un sistema integrado de software especializado en servicios de datos geográficos, para este fin será usado *Geoserver*, bajo el gestor *OpenGeo Suite*.

### **8.4.4 Actividad 4.**

Se hará un piloto de un portal web geográfico para realizar una muestra de cómo funcionaría el sistema en un entorno de producción web; para el presente estudio se accederá al Geoservicio de libre uso Bing Aereal y el acceso a la ortofoto de San Juan de Pasto escala 1:2000, alojada en el servidor de la ICDE, demostrando así como el acceso y uso de información geográfica de manera libre a través de Geoservicios, genera mayor eficacia, eficiencia y efectividad en la gestión institucional.

## **8.5 DISEÑO METODOLOGICO**

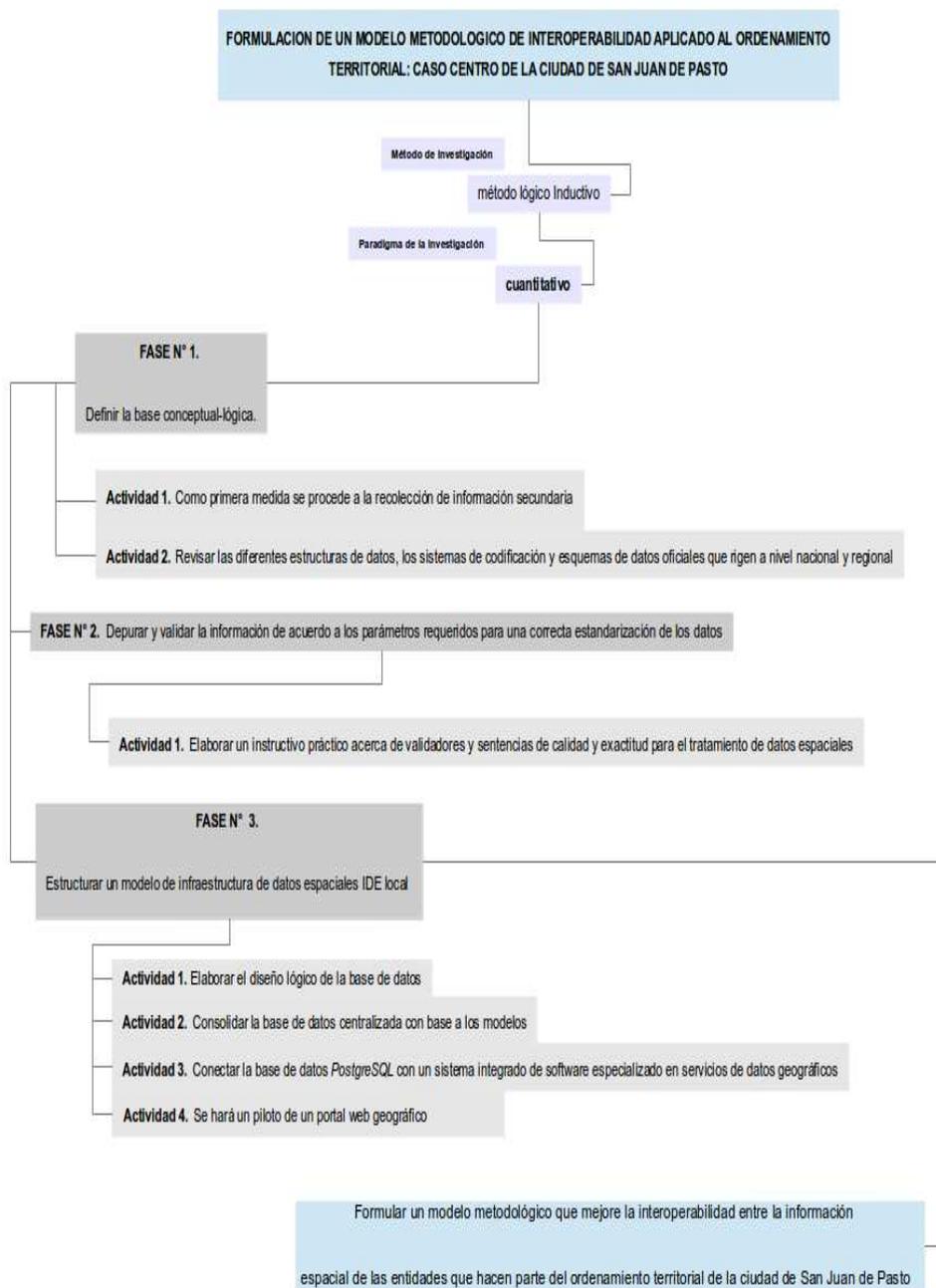


Figura 3. Esquema Metodológico.

Fuente: Este estudio.

## 9. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 9.1 FASE N°1.

#### 9.1.1 Actividad 1.

Se realizó la revisión del material pertinente para el ordenamiento territorial de la ciudad de San Juan de Pasto, lo que permitió ordenarlo, clasificarlo y analizar la relevancia del mismo en los procesos tanto de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial, como del funcionamiento de los diferentes proyectos que necesita el municipio para su proceso de consolidación; de esta manera, se obtuvo la siguiente tabla acerca de los insumos con los que cuenta la ciudad.

ITEM	FUENTE	AÑO	FORMATO	ESTADO
PLANO DE CONJUNTO URBANO- SECTOR CENTRO DE PASTO	IGAC	2013	PDF	EXCELENTE
PLANO DE MANZANAS CENSALES	DANE	2005	DWG	BUENO
BASE DE DATOS CENSALES POR MANZANA	DANE	2005	XLS	EXCELENTE
BASE DE DATOS MOVILIDAD-SECTOR CENTRO DE LA CIUDAD DE PASTO	SIG STTM PASTO	2012	MDB	EXCELENTE
BASE DE DATOS COMITE LOCAL PARA LA GESTION DEL RIESGO CLOPAD	SIG CLOPAD MUNICIPIO DE PASTO	2013	MDB	EXCELENTE

<b>PLANOS PLAN ESPECIAL DE MANEJO Y PROTECCION (PEMP) DEL CENTRO HISTORICO, BIENES DE INTERES CULTURAL NACIONAL (BICN), Y DE INMUEBLES AISLADOS DE INTERES CULTURAL (BIC)</b>	PEMP	2012	PDF	BUENO
<b>PLANOS ACUERDO MUNICIPAL POT PASTO 2009</b>	ALCALDIA DE PASTO	2009	DWG	MALO
<b>BASE DE DATOS ACTUACIONES URBANISTICAS CURADURIA 1 Y 2</b>	CURADURIAS URBANAS MUNICIPIO DE PASTO	2013	XLS	REGULAR
<b>BASE DE DATOS SECRETARIA DE GESTION AMBIENTAL</b>	ALCALDIA DE PASTO	2014	SHP	BUENO
<b>ESTUDIO GEOLOGICO DE LA CIUDAD DE PASTO</b>	INGEOMINAS	2003	COB	EXCELENTE
<b>ZONIFICACION DE CUADRANTES URBANOS, AREA METROPOLITANA DE PASTO</b>	POLICIA NACIONAL	2013	PDF	BUENO

Tabla 1. Inventario de insumos para el estudio. Fuente: Este Estudio.

Vale la pena resaltar que la ciudad cuenta con entidades de carácter privado, las cuales no se encuentran en la obligación de brindar información de forma abierta para procesos investigativos, por esta razón se encontró un gran vacío de información en el sector de redes y movilidad.

En el análisis de los insumos, se tuvo en cuenta el procesamiento que necesita cada uno de estos para su verificación y homologación a un sistema de información geográfica, evidenciando el bajo nivel de interoperabilidad que existe en el servicio entre las entidades de la ciudad, con formatos que vienen de fuentes digitales y que necesitan ser digitalizados nuevamente, debido a las políticas de cada entidad, costos elevados de los insumos o simplemente porque no reposan

las fuentes de información en las entidades, solo existen registros cartográficos análogos o en formatos como el PDF. Otro punto importante de este análisis fue el año, tanto del insumo como de la fuente tomada para realizarlo; dado que, existen casos como el sistema de información geográfica de la secretaria de tránsito y transporte municipal con una fecha de realización reciente, pero con una fuente cartográfica base desactualizada para la misma, en donde no se tiene en cuenta la exactitud ni la calidad del mismo.

ITEM	ENTIDAD	AÑO	FUENTE	AÑO DE LA FUENTE
1. Plano de conjunto urbano-sector centro de pasto.	IGAC	2013	Propio.	2013
2. Plano de manzanas censales.	DANE	2005	Levantamiento topográfico DANE 2005.	2005
3. Base de datos movilidad-sector centro de la ciudad de pasto.	SIG STTM Pasto	2012	POT Pasto.	2009
4. Base de datos comité local para la gestión del riesgo CLOPAD.	SIG CLOPAD municipio de Pasto.	2013	POT Pasto.	2009
5. Planos plan especial de manejo y protección (PEMP) del centro histórico, bienes de interés cultural nacional (BICN), y de inmuebles aislados de interés cultural (BIC).	PEMP	2012	Base catastral 2012.	2012
6. Planos Acuerdo municipal POT Pasto 2009.	Alcaldía de Pasto.	2009	Levantamiento topográfico Alcaldía 2007.	2007
7. Estudio geológico de la ciudad de Pasto.	Ingeominas.	2003	Levantamiento topográfico Ingeominas 2003.	2003
8. Zonificación de cuadrantes urbanos, área metropolitana de Pasto.	Policía nacional.	2013	POT Pasto.	2009

Tabla 2. Actualización de insumos vs fuente del estudio.

Fuente: Este Estudio.

Del análisis de insumos, se puede concluir la necesidad de comunicación interinstitucional, así como la referencia de una base cartográfica clara y definida de acuerdo a los parámetros legales, construida en el marco de un trabajo interinstitucional; lo anterior, debido a que no es muy beneficioso para una entidad territorial contar con estudios basados en fuentes desactualizadas.

### 9.1.2 Actividad 2.

Para los sistemas de codificación, se optó por un modelo interoperable entre el catastro con el predio, siendo esta la unidad fundamental de análisis; a su vez, se tuvo en cuenta el código del sistema Geoestadístico nacional a nivel de manzana, la codificación y clasificación vial propuesta por la secretaria municipal de tránsito y transporte, además de los parámetros de clasificación vial urbana que se usan en las principales ciudades del país, con el fin de presentar un modelo funcional regido por estándares nacionales y adaptado a una escala local de trabajo, la cual permitió dar una línea base clara acerca de cómo se debe trabajar con la información de cualquier entidad territorial a nivel nacional.

Departamento	Municipio	Zona	Sector	Comuna	Barrio	Manzana	Predio	Avalúo
52	001	01	01	00	00	0000	0000	0

Tabla 3. Estructura del código censo DANE.

Fuente: SNC.

Departamento	Municipio	Clase	Localidad/ Comuna	Sector Rural	Sección Rural	Centro Poblado	Sector Urbano	Sección Urbana	N° de Manzana
52	001	1	99	0000	00	00	0000	00	00

Tabla 4. Estructura del Código Nacional Catastral.

Fuente: Código Censal Nacional, Fuente. Manual del Usuario Sistema Redamat-Censo General 2005 –DANE -COLOMBIA.

Tomando en consideración el nivel de interoperabilidad que debe existir entre los datos destinados al ordenamiento territorial y el papel que cumple el manejo de la información espacial en este proceso, es importante recurrir a estándares nacionales, regionales y estudios de caso a nivel nacional; debido a que esto puede convertir al análisis del territorio en algo complejo e intrincado o en un proceso ameno y eficiente. El principal referente para determinar cómo debe ir esquematizada la información es el Modelo de Datos Urbano, Catalogo de Objetos CO-U y Catalogo de Símbolos CS-2000, pues establece una directriz clara para la consolidación de una base de datos orientada a objetos, debido a que los datos están identificados entre sí por medio de un sistema de relaciones, tanto geométricas como lógicas por medio de un sistema de codificación.

ITEM	IDENTIFICADOR	LLAVE	DESCRIPCION
	<b>UNICO</b>		
<b>Municipio</b>	Código del municipio	Cod_departamento	El código de municipio discrimina el departamento en el que se encuentra
<b>Zona catastral</b>	Código de zona	Código de municipio	El código de zona debe establecer a que municipio describe
<b>Sector catastral</b>	Código sector	Código zona	La sectorización del territorio se debe hacer para cada zona de una forma específica
<b>Manzana</b>	Código de manzana	Código sector	Las manzanas deben ser agrupadas en

sectores de trabajo catastral

<b>Predio</b>	Código de predio	Código de manzana	Una manzana está compuesta por predios que deben ser identificados y reconocidos fácilmente como parte de la manzana
<b>Construcción</b>	Código construcción	Código predio	una construcción debe quedar dentro del terreno de algún predio
<b>Unidades</b>	Código unidad	Código construcción	una unidad es el desglose de una construcción

Tabla 5. Relaciones de la estructura en el código nacional catastral.

Fuente: Esquema relacional de los datos en el modelo CO-U Fuente. Este estudio.

El esquema anterior, muestra que en una base de datos se debe plasmar de forma clara el tipo de relaciones entre los diferentes elementos que la componen, de esta forma es mucho más eficiente para el encargado de la actualización y depuración de la información, así como para el usuario final de los productos cartográficos, el poder identificar fácilmente como se compone el territorio. Los sistemas de codificación no son los únicos elementos para la identificación de las relaciones entre los mismos, también es de gran ayuda para tal fin las relaciones geométricas entre los cuerpos, lo que comúnmente conocemos como topología y para lo cual se debe fijar un sistema de reglas claras y concisas que demuestren que realmente la información tiene una coherencia con la realidad.

ENTIDAD DE ANALISIS	TIPO DE RELACION TOPOLOGICA	CAPA A RELACIONAR	DESCRIPCION DE LA RELACION
<b>Sistema vial</b>	Geometrías cerradas	_____	La malla vial debe estar cerrada, ya que este ítem asegura la posibilidad de trabajar con redes.
<b>Sistema vial</b>	No debe intersectar	Predios	No puede existir una vía urbana dentro de una propiedad.
<b>sistema vial</b>	no debe intersectar	Equipamientos	No puede existir un equipamiento que este ubicado encima de la vía.
<b>Predios</b>	Geometrías cerradas	_____	Los únicos errores permitibles son los huecos del

		—	sistema vial.
<b>Predios</b>	Geometrías cerradas	_____	Una propiedad no debe intersectar a otra.
<b>Manzana</b>	Elemento totalmente incluido	Predios	Los predios deben conformar la misma manera de la manzana

Tabla 6. Relaciones topológicas de la base de datos.

Fuente Este Estudio.

Las relaciones geométricas pueden ser validadas por medio de herramientas como los Geoprocesos, softwares como *PostgreSQL- PostGIS*, *ArcGIS*, *GvSIG*, *Qgis* o *KosmoGIS*, pueden determinar los errores que existen entre los elementos del sistema y sus relaciones, teniendo en cuenta las reglas de validación aplicadas por medio de algoritmos de geoprocesamiento. Es así como los elementos de un sistema, pueden conservar las relaciones que tienen con el mundo real.

Para poder establecer medios óptimos de estandarización, se deben crear en el modelo de datos, elementos que aseguren la edición por medio de clases o dominios; permitiendo así, la creación de elementos en la base de datos sin incurrir a redundancias o datos incorrectos en cada capa del modelo, para ello se utilizó la configuración del Software *Qgis*, debido a que permite estandarizar de forma eficiente los valores alfanuméricos que van a ser inmersos, por medio de tablas de valores predefinidos.

Por último, se creó un medio de acceso de datos por medio de roles y cuentas de usuario al sistema, para definir ciertas tareas que puede cumplir cada elemento de la red de usuarios, porque es indebido que se le dé acceso a la edición de datos a invitado, el cual pueda llegar a poner en riesgo la estabilidad de los datos.

## **9.2 FASE N° 2.**

### **9.2.1 Actividad 1.**

Posterior a la vectorización y transformación de los datos, desde formatos análogos y de tipo CAD a formatos comunes a Software GIS, se continua el proceso de validación y depuración de los mismos; de esta manera, se determinó el grado de importancia de cada ítem de análisis, sus atributos, nivel de exactitud e importancia, para lo cual se tomó en cuenta el tipo de información que plantea el estudio, utilizando como parámetros básicos dos tipos de verificaciones, la temática y la espacial, las cuales se encuentran divididas a continuación:

#### **9.2.1.1 Referencia espacial.**

Establece que la referencia tomada para la información sea la misma, cumpliendo así con los estándares de calidad, esto se basa fundamentalmente en que el sistema de coordenadas de todas las capas tenga el datum oficial del país y que toda la información mantenga una referencia acorde al insumo básico para el manejo de información espacial en la ciudad. En este sentido, el ortofotomosaico PASTO-1\_2000-RC30-2005, el cual fue realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y está referido al sistema de coordenadas local, resulta ser un insumo de gran importancia para todos los estudios de la ciudad. Para abordar este ÍTEM de análisis, se procedió a vectorizar la información que se encontraba en formato PDF; a su vez, se realizó la conversión del formato CAD a formato SHP para tener un manejo óptimo en cualquier software GIS, comparando y estableciendo que tan acertada esta la información base del estudio en materia de referencias espaciales.

Para la vectorización de la información en formato PDF, se utilizó el software desarrollado en Java de código abierto JOSM, el cual cuenta con una extensión denominada (*pdf import*) que permite vectorizar automáticamente los nodos de un

pdf, dejando toda la información común en un archivo de extensión Open Street Map (.OSM) que resulta compatible con *Qgis* para así convertirlo a SHP; en el caso de ser necesario, se deberá poligonizar por medio del (*Polygonizer*) de *Qgis* y codificar los elementos que se requieran, resultando de ello una capa completamente vectorizada al detalle de forma fiel si se aplica correctamente.

Para el trabajo con archivos en formato CAD, se utilizó el software (*DraftSight*) para la depuración de capas innecesarias como grillas, etiquetas, manchetas entre otros tipos de información; a su vez, se realizó la conversión a formatos comunes con software Open Source GIS como el caso de (*Kosmo GIS*), el cual permite transformar los elementos de un archivo DXF propio de los softwares CAD a SHP, teniendo en cuenta cada capa por separado (Línea, Punto, Polígono, Anotación), para así poder ser depurados y atributados a los requerimientos de la aplicación.

Posteriormente, se procedió a determinar el grado de exactitud y los medios más óptimos de estandarizar la información, encontrándose errores en todas las capas, como números de predios por manzana, errores de ubicación en predios que sobresalen al espacio público, entre otras.

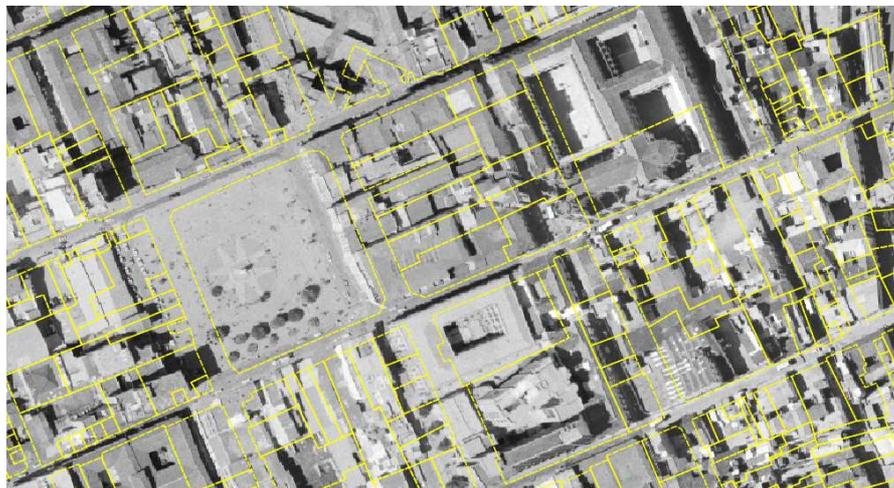


Figura 4. Sistema predial POT 2009 Pasto sobre ortofotomosaico.

Fuente. POT Pasto 2009.

Para poder manejar el problema del grado de actualización de la información catastral, sumado a la falta de controles de posicionamiento de la información, se optó por consolidar una base topográfica apoyada en la actualización catastral e interrelacionar las bases de datos de los diferentes estudios por medio de relaciones entre elementos, asegurando una sola información topográfica base, ajustada mediante los parámetros de trabajo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y una base de datos objeto relacional. Lo anterior, permite proyectar el trabajo al establecer roles de intervención en el manejo de la información geográfica, para este fin fue necesario digitalizar la información vial y empalmar mediante la interpretación de la imagen a través de Geoservicios, la información referente a arborización, semaforización, señalización vial, espacio público entre otras, contando con un sistema de información totalmente relacional, sin información duplicada, ni elementos que puedan entorpecer la actualización de la infraestructura de información.

#### **9.2.2.2 Consistencia lógica.**

Establece que todos los datos estén diligenciados correctamente, en donde no existan campos vacíos, valores mal escritos y registros duplicados en el momento de construir una base de datos; para ello, se corrieron una serie de sentencias lógicas, tanto en las tablas de atributos de la información espacial como en las tablas temáticas en formato dbf, para así tener como referencia una base de datos bien diligenciada y con sus campos llenos, respetando los tipos de información que deben estar consignados en cada uno de ellos. Para esta labor es necesario atender dos requerimientos, el primero es que la información este correctamente diligenciada (completitud) y el segundo es que toda la información cuente con un identificador único que permita diferenciar cada elemento del sistema. En consecuencia, es necesario identificar los campos con errores, como registros en blanco, registros duplicados y códigos mal diligenciados, con el fin de

poder migrar la información de las diferentes entidades y hacerla común al catastro del IGAC por medio de relaciones entre las tablas atributivas.

Por consiguiente, se elaboraron una serie de sentencias de validación además de una casilla de verificación para cada elemento en el sistema, para así poder determinar qué datos son útiles y cuáles deben ser evaluados en su integridad y coherencia. Lo anterior, se referirá a la estructura de las sentencias, dado que este tipo de validadores puede ser aplicado a cualquier tipo de información.

- **Identificar Valores Nulos:** Se recomienda que la base de datos no contenga valores nulos, debido a que es de suponerse que todos y cada uno de los campos en las tablas atributivas se estructuran para ser funcionales, así que cada valor es importante; de este modo, para poder establecer los valores nulos de la información se puede hacer una inspección visual de manera rápida, ordenando cada uno de los campos de menor a mayor e identificando los valores que necesitan ser completados, en este caso para el uso del sistema en software como “R” entre otros, se recomienda rellenar las celdas con valores por defecto como (Null) o (NA), debido a que el sistema lo interpreta como valores nulos o que no aplican en el campo, facilitando los cálculos estadísticos.

Para establecer los valores nulos por medio de la selección por atributos o el filtro de la calculadora de campos en *Qgis*, se utiliza la siguiente estructura de consulta:

*“Campo a Verificar” IS NULL*

Es importante aclarar, que para valores numéricos también se establece NULL por defecto en el sistema. En este sentido, para bases de datos numéricas en muchos casos el valor NULL se reemplaza por 0, por lo cual es debido identificar este tipo de valores de la siguiente manera:

*“Campo a Verificar” =‘0’*

- Identificar valores de tipos diferentes. Una base de datos debe estar debidamente estructurada según unos parámetros básicos de estandarización, uno de ellos es que la información debe estar diligenciada adecuadamente para evitar errores en la interpretación de los datos; es por ello que se recomendó establecer una serie de validadores que deben ser especializados para cada ítem, pero que conserven una estructura lógica que debe cumplirse; por ejemplo, que los nombres de la hidrografía sean tipo texto y que no contengan elementos que no correspondan a números u otros caracteres. Esta verificación se aplica de manera más eficiente por defecto a los valores de tipo numérico, debido a que la base de datos permite insertar cualquier tipo de carácter en los valores de tipo texto y es recomendable realizar este tipo de verificación por medio de una inspección visual, ordenando los campos de la tabla de atributos y verificando su orden lógico.

Para este tipo de verificación se utiliza la siguiente estructura de consulta, dado que para cada caso puede variar elementos como el nombre del campo a verificar entre otros factores:

Es debido aclarar, que este tipo de verificación de la estructura funcional de la información es vital para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta que la base fundamental para la interoperabilidad es la estandarización de los datos; por este motivo, se requiere hacer una revisión detallada de este validador para información.

- Longitud de datos en campos de identificadores únicos. Los sistemas de codificación que sirven como identificadores únicos son uno de los puntos más estrictos en la revisión de la información básica para cada aplicativo de análisis espacial, pues estos representan la llave única de cada elemento, así como el punto de unión de la estructura lógica que mantienen los datos; es por ello, que para este tipo de revisión se recomienda ser estrictamente riguroso, teniendo en cuenta tres parámetros fundamentales, la longitud del campo, la existencia de

elementos con codificaciones iguales o registros repetidos y la lógica de los datos entre cada uno de los campos en las tablas de atributos.

Para el primer proceso de validación de los datos, se tuvo en cuenta el conteo de la longitud del campo por medio de la siguiente estructura lógica:

*length("campo a verificar")><valor por defecto de dígitos*

Este tipo de validador, responde a la necesidad de establecer parámetros para la calidad de la información, en donde sea de estricto cumplimiento el número de dígitos de un código en el sistema, debido a que es parte fundamental de la estructura lógica y el no respetar este parámetro en la base de datos es considerado un error.

- Duplicidad de un valor de llave única. Es apenas lógico que un identificador único no debe repetirse en el sistema, porque es un valor que identifica a un elemento de la base de datos y lo diferencia de los otros valores. Para verificar la información, se requiere ejecutar la siguiente estructura de validación:

*SELECT "Campo a Analizar", COUNT ("Campo a Analizar") FROM "tabla" GROUP BY "Campo a Analizar" ORDER BY COUNT DESC.*

Esta sentencia, arroja como resultado una tabla donde se lista cada uno de los elementos repetidos, esto favorece la búsqueda de datos con este tipo de errores en la información. En este sentido, vale la pena aclarar que existen excepciones como predios con códigos 9999 considerados errores del sistema a depurar, o los códigos 99 censales, referidos a zonas verdes sin importancia censal, es necesario depurar este tipo de información pero siempre teniendo en consideración que debe hacerse de parte de la entidad responsable.

### **9.2.2.3 Exactitud temática.**

Todos los datos deben ser consecuentes a la información que suministran, este es uno de los grados más importantes en el control de calidad, en este ítem se tienen

en cuenta además de validadores para cada capa del sistema, validadores relacionales entre capas; lo anterior, para poder establecer que los elementos del sistema estén relacionados entre sí y de esta manera obtener información que obedezca al mundo real.

- Relaciones lógicas entre campos de los elementos. Un sistema objeto relacional debe estar estructurado de forma funcional y lógica, donde cada elemento debe tener una estructura jerárquica que identifique a cada elemento de forma coherente con una estructura de información superior que lo contenga.
- Esquema funcional de los elementos catastrales en la base de datos. El cuadro 3 traduce de manera explícita la lógica del sistema catastral y de las unidades político administrativas, donde cada elemento hace parte funcional del siguiente en la jerarquía, ya que sin predios no existirían manzanas, sin manzanas no se podrían delimitar los barrios, sin barrios no tendríamos comunas y sin comunas no se tendría un perímetro urbano.

5200101	contiene							
	sector catastral	contiene						
	01	comunas	contiene					
		01	barrios	contiene				
			01	manzanas	contiene			
				0001	predios	contiene		
	0001				puede contener	construcciones		
Código Catastral 520010101010100010001								

Cuadro 3. Sistema de relaciones de los elementos en el código catastral.

Fuente. Sistema Nacional Catastral.

El esquema de la base de datos debe estar debidamente estructurado, de tal manera que permita relacionar eficientemente este tipo de información, identificando a que manzana pertenece el predio sin necesidad de rodar ninguna

sentencia, favoreciendo así la validación de los datos en el ítem de exactitud temática. Las sentencias deben responder a ciertos elementos a tratar, el primero es que ya deben estar validados los elementos con todas las sentencias anteriores, para asegurar que no se presente una gran cantidad de errores en los otros parámetros de calidad, el segundo es la cantidad de dígitos a analizar en los diferentes códigos de identificación única; como un ejemplo práctico, vamos a tomar el caso de las zonas catastrales, las cuales se componen de 24 dígitos, dos de los cuales son parte de la manzana, dos de la sección urbana y cuatro para el sector urbano. Para determinar en el siguiente ejemplo si la estructura lógica respeta la jerarquía de los campos en la tabla atributiva, debemos tomar la siguiente estructura en la consulta:

*left("codigo principal",numero de digitos del codigo de jerarquia superior)><"codigo de la jerarquia superior"*

CODIGO SENSAL	CODIGO DE SECCION URBANA	CODIGO DE SECTOR URBANO
520011990000000000021212	5200119900000000000212	52001199000000000002

Tabla 7. Esquema del Código Censal.

Fuente. DANE.

En el ejemplo, el código principal es el censal que consta de 24 dígitos, el código en la jerarquía superior es el de sección urbana que consta de 22 dígitos, lo que buscamos con la fórmula es identificar si el código censal corresponde de manera precisa al código de sección urbana, para ello escribimos la siguiente sentencia:

*left("codigo censal",22)><"codigo de seccion urbana"*

Este tipo de sentencia permite relacionar la información entre sí, por medio de una jerarquía en el sistema de codificaciones. De esta manera, los elementos que no tengan bien diligenciado el campo de sección urbana con respecto al de código

censal; deben validar el campo de sección urbana con el de sector urbano, el cual tiene 20 dígitos, de tal forma que la sentencia deberá tener la siguiente estructura:

*left("codigo de seccion urbana", 20)><"codigo de sector urbano".*

Haciendo uso de conectores lógicos, se puede simplificar todas las estructuras de validación en una sola, con los datos del ejemplo se tendrá la siguiente sentencia:

*SELECT \* FROM censo WHERE codigo censal IS NULL OR codigo de seccion urbana IS NULL OR codigo de sector urbano IS NULL OR NOT lenght("codigo censal")=22 OR NOT lenght("codigo de seccion urbana")=22 OR NOT lenght("codigo de sector urbano")=20 OR left("codigo censal",22)><"codigo de seccion urbana" OR left("codigo de seccion urbana", 20)><"codigo de sector urbano";*

#### **9.2.2.4 Topología.**

Hace referencia a las relaciones geométricas de los cuerpos, esto es importante a la hora de verificar la calidad de los productos, para tal fin se utiliza el editor del software Qgis, además de su herramienta de comprobación topológica y algoritmos de geoprocésamiento vectorial que permiten asegurar la calidad geométrica de la información. Teniendo en cuenta que la topología se refiere a “las propiedades no métricas de un mapa; en el contexto de los SIG, topología hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden; es decir, propiedades no métricas y que permanecen invariables ante cambios morfológicos de escala o de proyección, se dice que una estructura de datos es ‘topológica’ cuando incluye información explícita sobre estas propiedades; en este caso, es posible realizar análisis y consultas “topológicas” sin necesidad de acudir a las tablas de coordenadas” (Felicísimo, sf).

Tomando como referencia el concepto de topología, como las características y relaciones geométricas de los elementos espaciales, se debe realizar una validación de datos e información de forma que entre los elementos de la base de

datos se guarde una coherencia entre sí y en relación con el mundo real, como ejemplo (una vía de tipo vehicular no puede montarse en un drenaje sin tener un puente o esta vía no puede solapar una manzana).

Para esto existen una serie de herramientas y procesos de edición y análisis espacial, los cuales permiten que los elementos de un sistema de información geográfica guarden de manera eficiente una relación entre sí; para esto, tomando como referencia el software *Qgis*, se realizaron los siguientes procesos de acuerdo a las necesidades del sistema.

esquema	elemento	topología de elemento		
		auto intersección	huecos	nodos colgantes
áreas	sect_catastral	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
	comuna	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
	barrio	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
catastro	manzanas	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos, puede tener excepciones	
	predios	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos, puede tener excepciones	
gambiental	arborización	no debe tener elementos duplicados		
patrimonio	áreas_actividad	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
	centro histórico	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
población	código censo	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos, puede tener excepciones	
tip_suelo	Usos_2009	el elemento no puede intersectarse	el elemento no puede tener vacíos	
transporte	señalización	no debe tener elementos duplicados		
	semaforización	no debe tener elementos duplicados		
	sis_vial	el elemento no puede intersectarse		la geometría no debe tener nodos colgantes, debe ser una geometría cerrada

Cuadro 4. Esquema de relaciones topológicas.

Fuente. Este estudio.

Con estas reglas de validación geométrica de los elementos, se asegura la coherencia de la información, además de la calidad de los análisis que resulten de la misma, dentro del software se utilizan las siguientes herramientas:

esquema	elemento	relación topológica con otro elemento		
		intersección	solapes	elemento de análisis
áreas	sect_catastral	debe intersectar todas las capas	debe solapar completamente el elemento	comunas
	comuna	debe intersectar todas las capas	debe solapar completamente el elemento	barrios
	barrio	debe intersectar todas las capas	debe solapar completamente el elemento	manzanas
catastro	manzanas		debe solapar completamente el elemento	predios
gambiental	arborización		debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
patrimonio	áreas_actividad		debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
	centro histórico		debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
población	código censo		debe solapar completamente el elemento	manzanas
tip_suelo	Usos_2009		debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
transporte	señalización	no debe intersectar el elemento predio	debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
	semaforización	no debe intersectar el elemento predio	debe solapar completamente el elemento	sect_catastral
	sis_vial	no debe intersectar el elemento predio, puede tener excepciones		

Cuadro 5. Esquema de relaciones topológicas de los elementos entre sí.

Fuente. Este estudio.

- **Comprobador de Topología.** Esta herramienta tiene configurados una serie de instrumentos de revisión y validación topológica (debe estar contenido en otra capa, no debe tener elementos duplicados, no debe contener huecos, no debe contener geometrías invalidas, no debe tener geometrías multipartes, no debe

solaparse consigo ni con otra entidad), en los cuales de manera sencilla y sin ningún tipo de conocimiento avanzado previo, se puede comprobar y arreglar los errores que contengan las capas a utilizar.

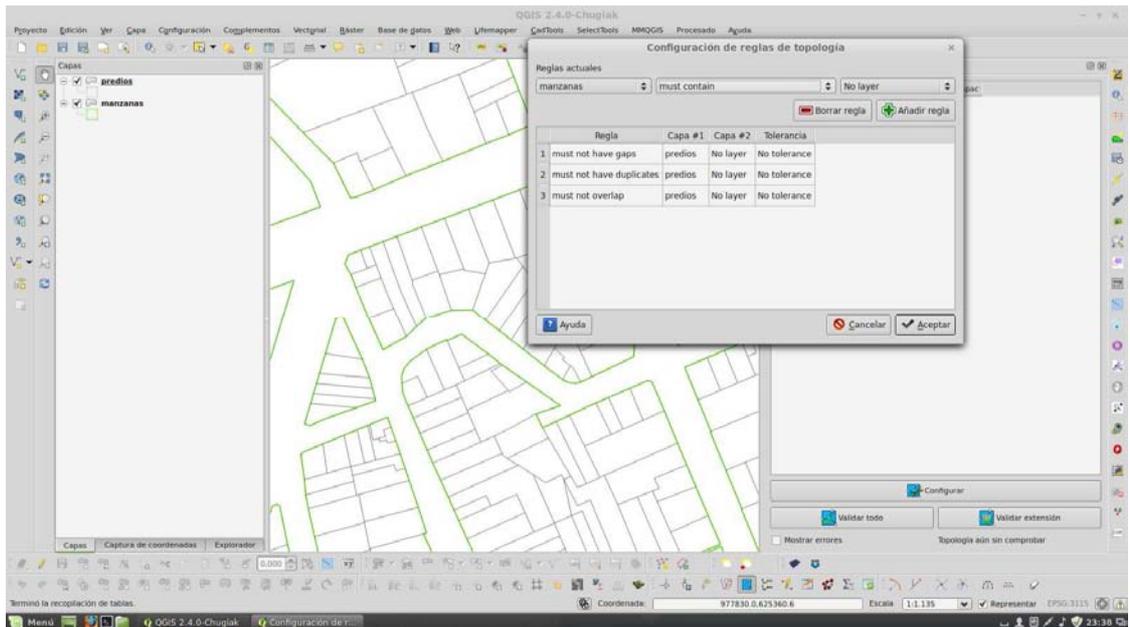


Figura 5. Herramienta de validación topológica en Qgis.

Fuente. Este estudio.

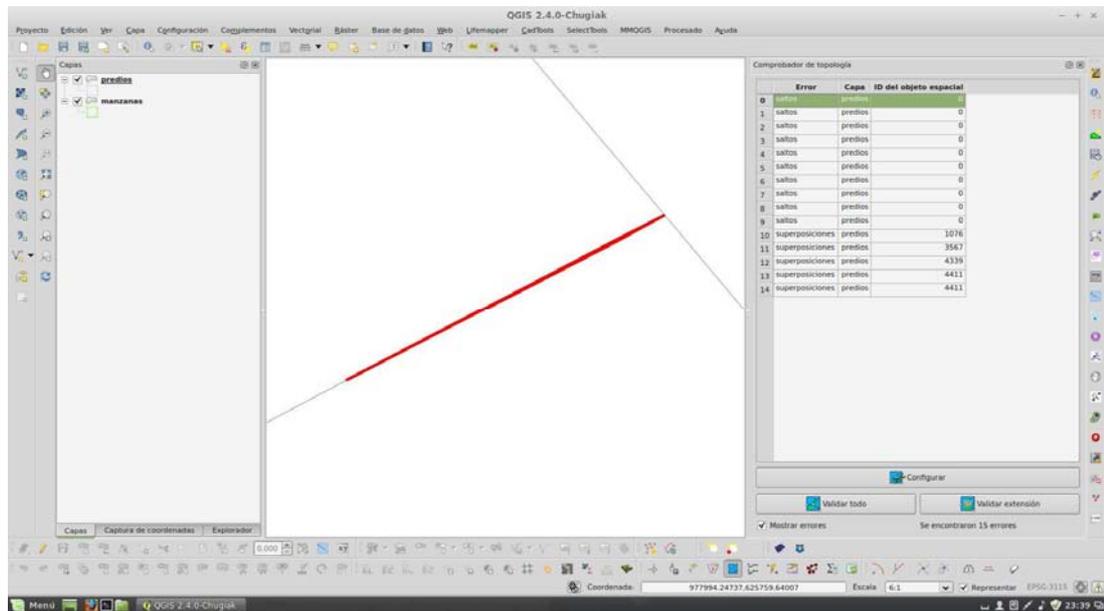


Figura 6. Herramienta de validación topológica en Qgis.

Fuente. Este estudio.

- Análisis espacial.** Las herramientas básicas de análisis espacial permiten cruzar elementos geográficos teniendo en cuenta su posición y su relación geométrica con respecto a otros elementos del espacio, es por ello que para la validación topológica es de gran ayuda utilizar este tipo de herramientas para asegurar que todos los elementos de un sistema de información geográfica tengan coherencia y exactitud en su geometría, para tal fin se utiliza en Qgis el modulo consulta espacial, el cual trae por defecto configurados scripts de análisis topológico entre elementos, como cruza, toca, está inconexo e intersecta.

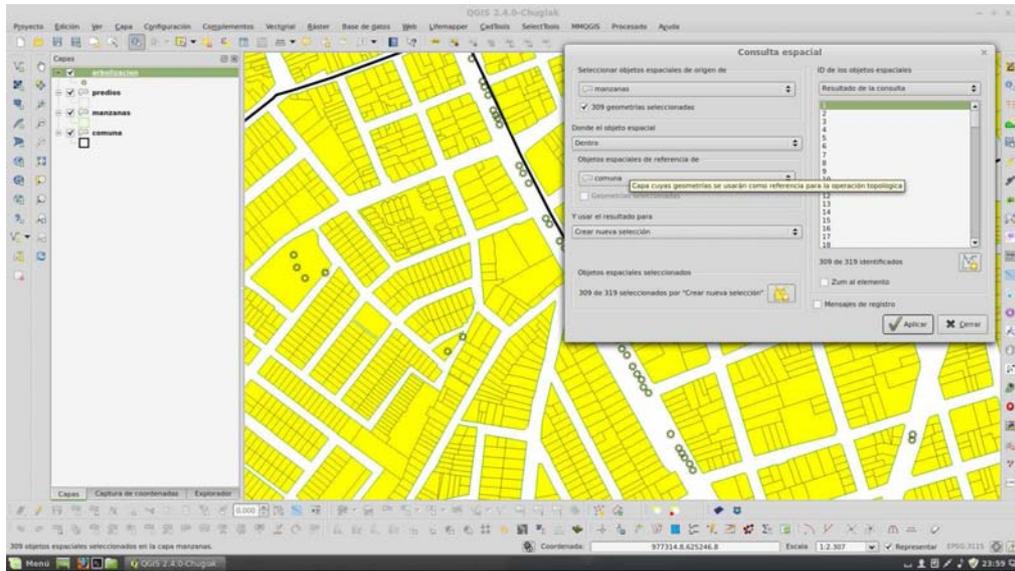


Figura 7. Validación topológica mediante herramientas de selección en Qgis.

Fuente. Este estudio.

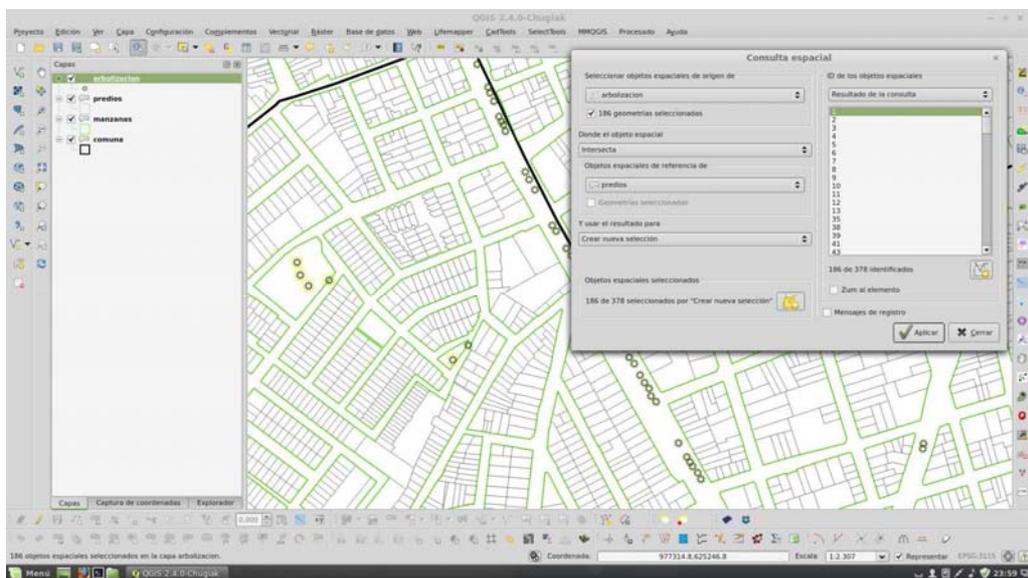


Figura 8. Herramienta de validación topológica en Qgis.

Fuente. Este estudio.

### **9.3 FASE N°3.**

#### **9.3.1 Actividad 1.**

Para poder establecer un modelo de datos coherente, funcional y acorde a la realidad, se deben establecer unos parámetros técnicos básicos en el desarrollo de todo SIG, debido a que si nos referimos a la importancia del manejo de las bases de datos en la estandarización y generación de información, es claro que se debe generar una serie de modelos que expliquen el funcionamiento y la estructura que deben tener los datos, sus relaciones y características; es por ello, que se usan modelos que explican la relación de los datos de un sistema y su representación con el mundo real o el objeto a estudiar. Para este estudio, se optó por elaborar un modelo de Entidad - Relación, para demostrar como la interrelación de la información se puede representar de diferentes formas (Anexo # 1 – Modelo de Entidad - Relación).

Tomando en cuenta el diagnóstico, la línea base normativa y metodológica, se puede pensar en establecer una estructura de la información, evitando al máximo cometer errores comunes para algunos sistemas (redundancia, ausencia o presencia de elementos en el sistema, entre otros), dado que en este momento es donde el sistema realmente toma sentido, estableciendo su efectividad sobre la toma de decisiones a futuro o simplemente se entierra por sus falencias irremediables, por ello se prestó mucha atención a los elementos del mundo real y como ellos interactúan conservando los elementos básicos del sistema, como la estandarización, interoperabilidad y la integridad de los datos.

##### **9.3.3.1 Catálogo de objetos.**

Antes de abordar el planteamiento de los modelos de datos es básico el elaborar un catálogo de objetos, el cual según el IGAC se define como “la primera

aproximación a una representación abstracta y simplificada de la realidad, en este catálogo se organizan los tipos de objetos espaciales, sus relaciones y características (atributos, dominios, relaciones y operaciones)”, estos catálogos son la base para realizar los modelos de datos.

A continuación, se representa el catálogo de objetos, diseñado según la Norma Técnica Colombiana NTC 5661 “Metodología para la catalogación de Objetos Geográficos”, la cual se basa en la norma ISO 19110, permitiendo generar sistemas fáciles de administrar, cambios de sistema o migraciones sin pérdida de estructura, asegurando así la interoperabilidad (Anexo # 2 – Catalogo de Objetos).

#### **9.3.3.2 Modelo entidad-relación.**

Se entiende como el modelo que muestra la estructura de los elementos que componen el objeto de estudio, en nuestro caso el mundo real, se construye a partir de elementos denominados entidades, que deben estar unidos entre sí por medio de relaciones (la manzana contiene predios, etc.), para ello se determinan una serie de llaves en las relaciones, estas llaves se refieren a la inclusión de varios o una entidad en otra, de una forma explícita muestra como está compuesto el elemento a representar y hasta que nivel de certeza podremos llegar a hacerlo.

#### **9.3.3.3 Modelo de lenguaje unificado.**

El modelo de lenguaje unificado o UML por sus siglas en inglés, es un modelo estructural de bases de datos que puede ser usado a la par con el modelo de entidad relación, para entender las relaciones de las entidades en el sistema y así compararlas con el comportamiento y tipo de relaciones entre los elementos del

mundo real. El modelo de lenguaje unificado para sistemas se basa en unos condicionantes lógicos entre elementos, estos son los siguientes:

- **GENERALIZACION:** Los objetos hacen parte de una clase específica de un nivel superior, (el barrio es una entidad catastral) para el caso práctico del modelo se representa con una flecha de color negro.
- **AGREGACION:** Relación que representa a los objetos compuestos por vínculos de pertenencia (la manzana contiene equipamientos), se determina con una línea con un diamante blanco.
- **COMPOSICION:** Relación que representa a los objetos compuestos por contenido físico (la manzana está compuesta por predios), se representa con una línea con un diamante negro.
- **ASOCIACION:** Relación de multiplicidad de entidades relacionadas, 1-1, 1-M, M-M, con el fin de hacer más amena la lectura del modelo, se representa con un asterisco.

### 9.3.2 Actividad 2.

La base de datos se diseñó teniendo en cuenta las especificaciones planteadas en la FASE 2, usando para ello el software Open Source *PostgreSQL 9,3,1* con su soporte para información espacial *PostGIS*, debido a que este es el software gestor de bases de datos de código abierto más extendido y robusto en el mundo. A continuación, se estructuran cada uno de los elementos incluidos en la base de datos por medio de sentencias.

Para ello se utiliza el comando *CREATE*, con la siguiente sentencia:

```
CREATE DATABASE sigot
```

```
WITH ENCODING='UTF8'
```

```
TEMPLATE=PostGIS_21_sample
```

```
CONNECTION LIMIT=-1;
```

La anterior sentencia, establece que la base de datos SIGOT será creada con la codificación de caracteres UTF8, la cual es la más extendida para Sistemas de Información Geográfica (SIG); además de un *template* o plantilla *PostGIS\_21\_sample*, que es la plantilla que asigna *PostgreSQL* a las bases de datos con soporte espacial y una conexión ilimitada de clientes con autenticación al sistema.

La creación de los esquemas obedece al mismo tipo de sentencias, para ello es necesario establecer el nombre del esquema previo de la conexión a la base de datos, conectado desde el editor SQL de *PostgreSQL*, tipeando la siguiente sentencia:

```
CREATE SCHEMA "areas";
```

Donde se crea el esquema funcional áreas, el cual albergara en este estudio las áreas administrativas. Vale la pena aclarar que el editor de sentencias realiza varias sentencias a la vez, efectuando esta labor de una forma más eficiente al ejecutar las sentencias de creación de tablas, esquemas y bases de datos automáticamente.

Para crear las tablas en *PostgreSQL*, es necesario poder establecer los campos de la tabla de atributos, los cuales deben estar establecidos claramente en su tipo y condiciones de uso, si es nuleable, si puede tener registros duplicados, si pueden contener datos enmarcados en valores; de esta manera, es necesario aclarar que se optará por estandarizar la información, no desde *PostgreSQL* como seria lo recomendable, si no desde el cliente *Qgis*, dado que se puede trabajar con

archivos de tipo *shapefile* (shp), realizando las labores de estandarización de una forma más clara y definida.

La sentencia que se utiliza para la creación de las tablas de atributos, corresponden al siguiente esquema:

```
CREATE TABLE areas.barrios
gid serial NOT NULL,
"cod_comuna" character varying(25),
"cod_barrio" character varying(30),
"nomenclatu" character varying(50),
"fuelle" character varying(100),
"revision" character varying(5),
"area_metros" double precision,
"perimetro_metros" double precision,
```

```
CONSTRAINT barrios_pkey PRIMARY KEY (gid)
```

En donde se establecen los siguientes parámetros:

La tabla *barrios* quedara en el esquema *áreas*, tendrá un campo serial de nombre *gid* que no podrá estar nulo (siempre deberá existir en el sistema un identificador para cada elemento de la tabla) y con los campos con extensión de atributos, *cod\_comuna*, *cod\_barrio*, *nomenclatu*, *fuelle*, *revisión*, *area\_metros*, y *perimetro\_metros*. Lo anterior, con el fin de amarrar cada elemento en la tabla atributiva a ese campo, evitando así redundancia de información. Es preciso aclarar que en este punto la tabla no cuenta con soporte espacial, debido a que se debe rodar otra sentencia la cual se presenta a continuación para agregar el campo de geografía del sistema a la tabla de atributos.

```
AddGeometryColumn(<db_name>,<table_name>,<column_name>,<srid>,<type>,<dimension>)
```

En donde se crea la columna de soporte para datos espaciales *PostGIS*, con las siguientes características: (nombre del esquema, nombre de la tabla, nombre de la columna a crear, sistema de referencia 3115 para MAGNA SIRGAS Colombia Oeste, tipo (Línea, multilínea, polígono, multipolígono, punto) y las dimensiones 2 o 3 dimensiones), con este comando se puede establecer la estructura lógica de una tabla de atributos con soporte espacial en *PostgreSQL PostGIS*.

El anterior es un esquema básico de cómo se construye una base de datos a partir de lenguaje estructurado por medio de consultas SQL, así se podrá deducir que la sentencia para la creación de la base de datos, el esquema y la tabla anteriormente descrita sería la siguiente:

```
CREATE DATABASE sigot
```

```
WITH ENCODING='UTF8'
```

```
TEMPLATE=PostGIS_21_sample
```

```
CONNECTION LIMIT=-1;
```

A continuación, será realizada una conexión a la base de datos y se ejecutará lo siguiente:

```
CREATE SCHEMA "areas";
```

```
CREATE TABLE areas.barrios(
```

```
gid serial NOT NULL,
```

```
"cod_comuna" character varying(25),
```

```
"cod_barrio" character varying(30),
```

```
"nomenclatu" character varying(50),
```

```
"fuente" character varying(100),
```

```
"revision" character varying(5),
```

"area\_metros" double precision,  
 "perimetro\_metros" double precision,

```

CONSTRAINT          barrios_pkey          PRIMARY          KEY          (gid);
ALTER              TABLE                  areas.barrios
AddGeometryColumn('areas','barrios','geometria',3115,'MULTIPOLYGON',2)
  
```

De esta forma se estructura una base de datos geográfica, mediante sentencias de lenguaje estructurado por medio de consultas SQL; sin embargo, es importante aclarar que existen otras opciones para la carga de datos geográficos a *Postgres* de forma más intuitiva y sencilla para usuarios inexpertos, a continuación se listan algunas de ellas:

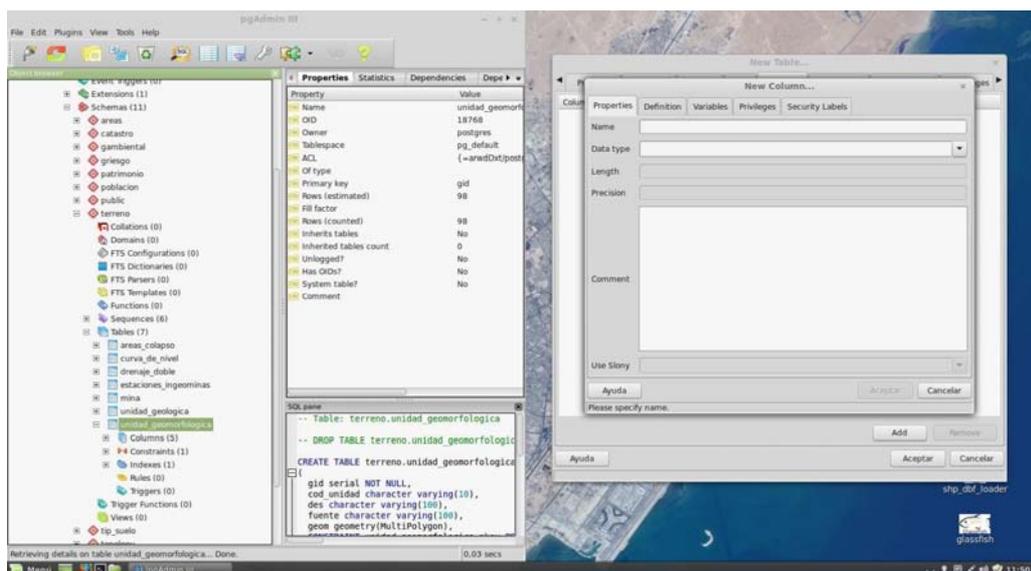


Figura 9. Interfaz gráfica de *PgAdmin3*.

Fuente. Este estudio.

- *PgAdmin3* es la interfaz gráfica para el manejo de los datos en *Postgresql*, el cual resulta ser intuitivo, versátil y de fácil uso. Es una de las formas más adecuadas para manejar y organizar una base de datos, desde el creador de modelos para estructurar lenguaje SQL, hasta los menús conceptuales y la



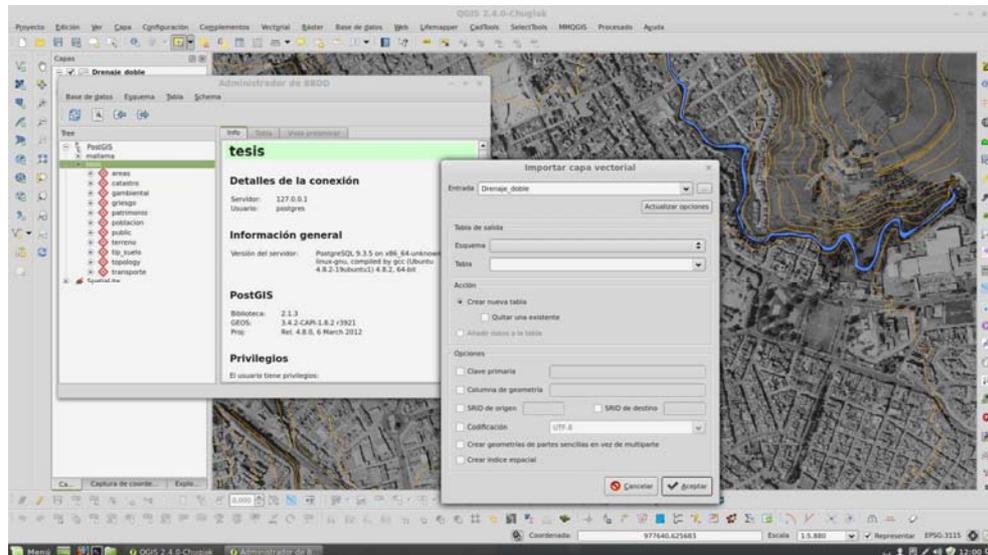


Figura 11. Interfaz gráfica de Administrador de *BBDD* de *Qgis*.

Fuente. Este estudio.

El administrador de bases de datos geográficas de *Qgis*, es una de las herramientas más poderosas en cuanto a administración de información vectorial y tabular, soporta conexiones a bases de datos *PostgreSQL* y *Spatialite*, carga y (realiza) gestiona tablas, importa datos tanto a nuevas tablas como a existentes, crea esquemas, modifica y elimina elementos de la base de datos en un entorno muy amigable al usuario inexperto, definitivamente es la forma más intuitiva de administrar una base de datos.

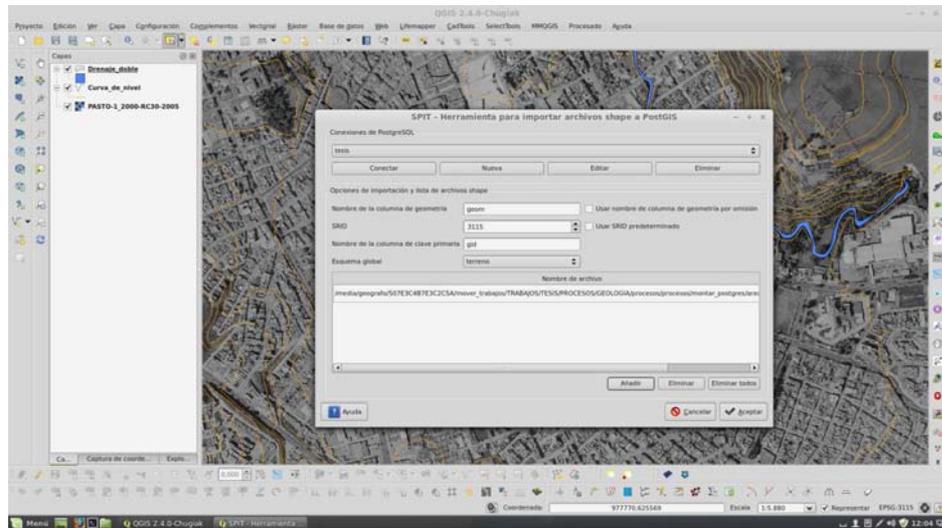


Figura 12. Interfaz gráfica *Spit* de *Qgis*.

Fuente. Este estudio.

- Es la herramienta de carga *PostgreSQL* de *Qgis* por defecto hasta la versión 2.0, es muy robusta y soporta carga masiva de información, por lo tanto se debe depurar la información teniendo cuidado de la geometría por medio de Geoprocesos como el multiparte a partes sencillas.
- Mediante terminal de comandos se puede ejecutar el comando SQL *shp2psql*, el cual es muy útil y versátil con grandes volúmenes de información, se debe leer bastante la estructura del comando, pero en teoría se compone de la siguiente estructura:

*> shp2psql -s referencia espacial -l ruta del archivo > comando.sql*

*> psql -d basededatos -h localhost -U usuario de la base -p54321(puerto) -f comando.sql*

De esta manera se puede importar la información previamente depurada y estructurada mediante los modelos a la base de datos, de tal forma que se asegure así la coherencia, pertinencia y calidad de la misma.

### 9.3.3 Actividad 3.

Para conectar la base de datos *PostgreSQL* con un sistema integrado de software especializado en servicios remotos, tanto de datos geográficos como de metadatos, será usado *Geoserver* y *Geonetwork* respectivamente, bajo el gestor *Apache Tomcat6* en un entorno de producción *Java Runtime Enviroment JRE* y *Java Development Kit Jdk 6.0*.

De acuerdo a los objetivos del proyecto se deben establecer canales de comunicación e interoperabilidad, tanto entre los usuarios del sistema como a los usuarios externos, ya sea en calidad de invitados con restricciones de uso por medio de roles para la consulta o edición.

El uso de servicios web geográficos se hizo extensivo en el surgimiento de las infraestructuras de datos espaciales, gracias a medios de estandarización como formatos interoperables para distintos softwares, así como del establecimiento de parámetros de difusión, licencias de uso y la generación de una normatividad para el manejo correcto de la información geográfica. En el presente estudio, se tuvo en consideración los estándares de la OGC (*Open Geoespatial Consorsium*) y las herramientas para la difusión de información que se manejan con software de código abierto, sus ventajas y restricciones.

Tomando en consideración los requerimientos del estudio se optó por utilizar el software *Geoserver*, el cual funciona por medio de un sistema de conexiones, tanto a la base de datos como a los clientes de la información, teniendo en cuenta los servicios *WFS* y *WMS* para este estudio; no obstante, es importante aclarar que existen otros tipos de conexiones que por seguridad o versatilidad serían más útiles para entornos de producción.

La instalación y configuración del sistema queda en manos y criterio del administrador del mismo, existen bases indispensables como los entornos de

ejecución y lenguaje *Java* (*java JRE* y *java JDK*), los servicios se montaron por medio del cliente ligero *OpenGeo Suite*, la cual contiene herramientas para cargar, visualizar y desplegar información geográfica en la web. A continuación, se dará un ejemplo de cómo conectar la base de datos creada y estructurada anteriormente a Geoserver, así como de establecer el servicio web geográfico, accediendo a él e interactuando con la información.

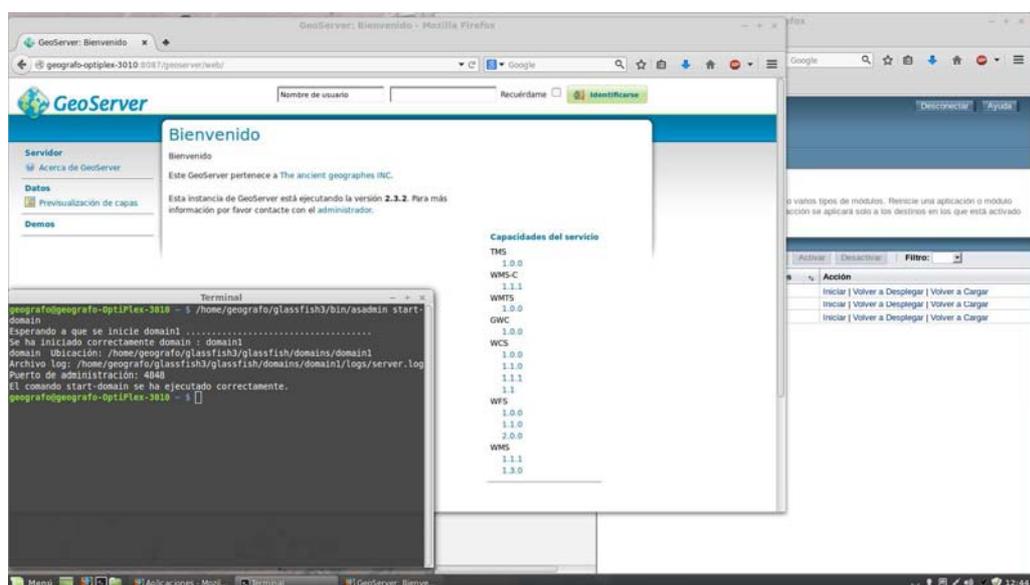


Figura 13. Interfaz del software Geoserver.

Fuente. Este estudio.

Se estableció el usuario y contraseña por defecto (admin, Geoserver), vale la pena aclarar que se pueden establecer diferentes roles de administración del sistema, asegurando así la integridad de la información.

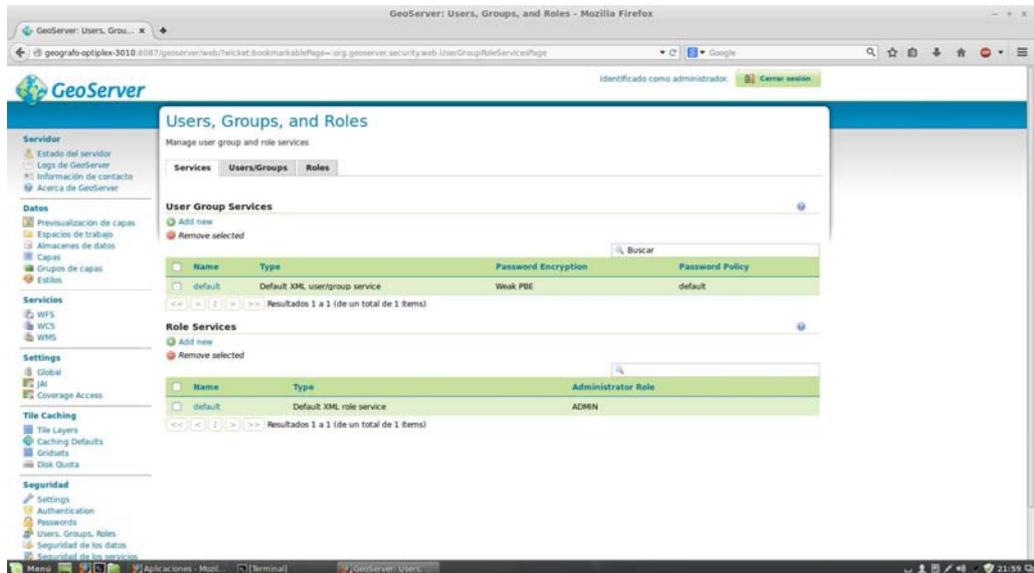


Figura 14. Interfaz del software Geoserver.

Fuente. Este estudio.

La configuración de los datos en Geoserver, se caracteriza por utilizar una estructura de información con la ayuda de conexiones a la base de datos *PostGIS* a cada uno de los esquemas, por medio de los siguientes elementos:

- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Grupos de capas
- Capas
- Estilos de capas

Dado que Geoserver en su instalación presenta información por defecto y ejemplos del aplicativo, se optó por eliminarlos para evitar datos erróneos en el sistema; posteriormente se creó la siguiente estructura de datos:

Espacio de trabajo: SIGOT

Almacenes de datos:

SIGOT (conexión a *Postgres - PostGIS*)

GRUPOS DE CAPAS:

- AREAS
- CATASTRO
- GAMBIENTAL
- GRIESGO
- PATRIMONIO
- POBLACION
- TERRENO
- TIP SUELO
- TRANSPORTE

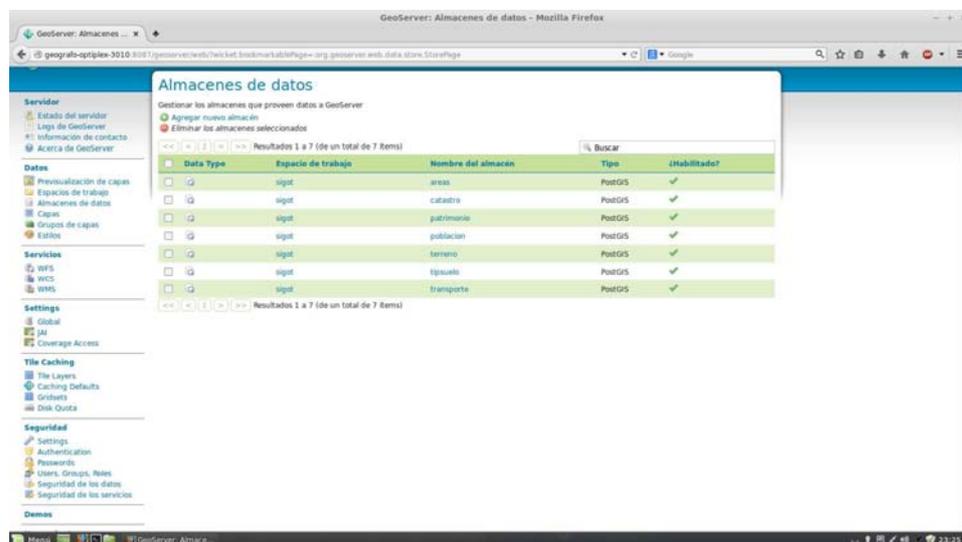


Figura 15. Interfaz del software Geoserver – esquema de datos.

Fuente. Este estudio.

Se deben establecer una serie de pruebas de los servicios tanto *WMS* como *WFS*, para verificar la funcionalidad del modelo con Geoserver, de la siguiente manera:

Desde *Qgis* se accede al servicio web geográfico:

*http://servidor:puerto/geoserver/sigot/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=sigot:barrios&styles=&bbox=976375.9293,624255.603399999,978878.9385,626157.340600001&width=512&height=389&srs=EPSG:3115&format=application/openlayers.*

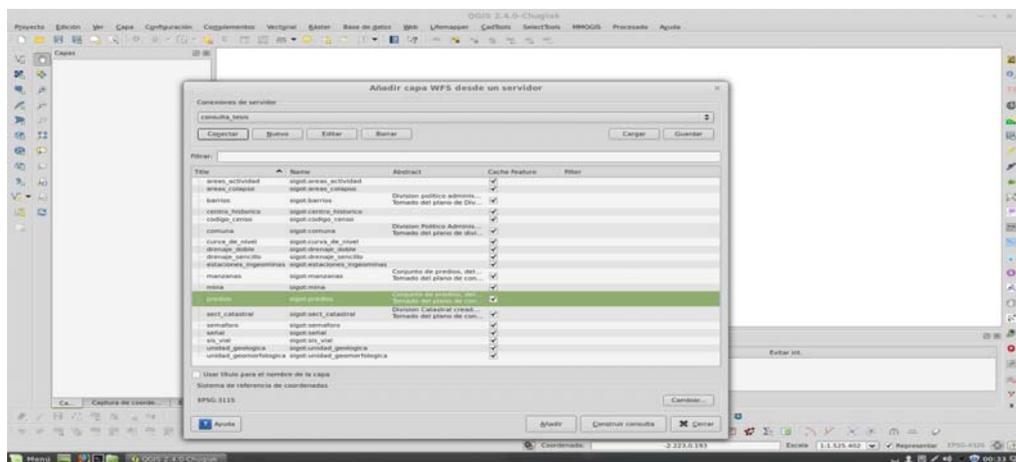


Figura 16. Carga de datos de *WFS* en *Qgis*.

Fuente. Este estudio.

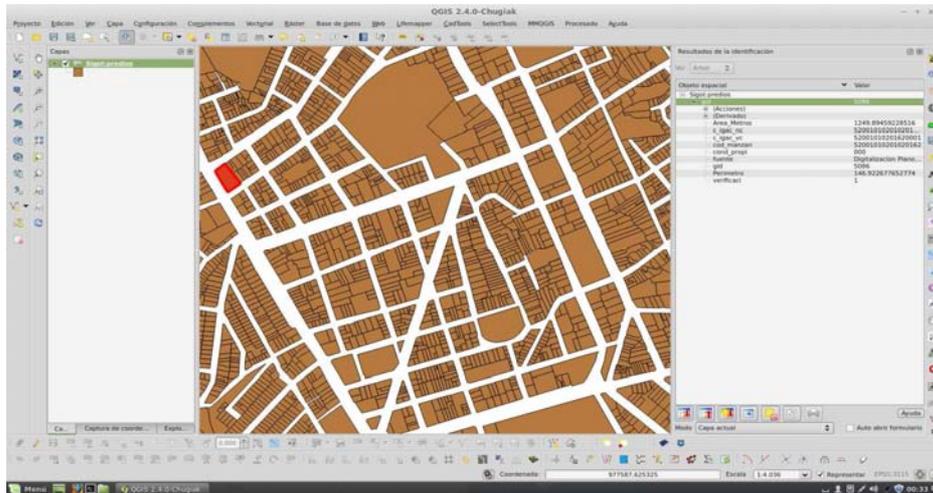


Figura 17. Carga de datos en WFS en Qgis.

Fuente. Este estudio.

De esta manera se puede acceder al servicio WMS con la misma URL, como se presenta a continuación (figura 18).

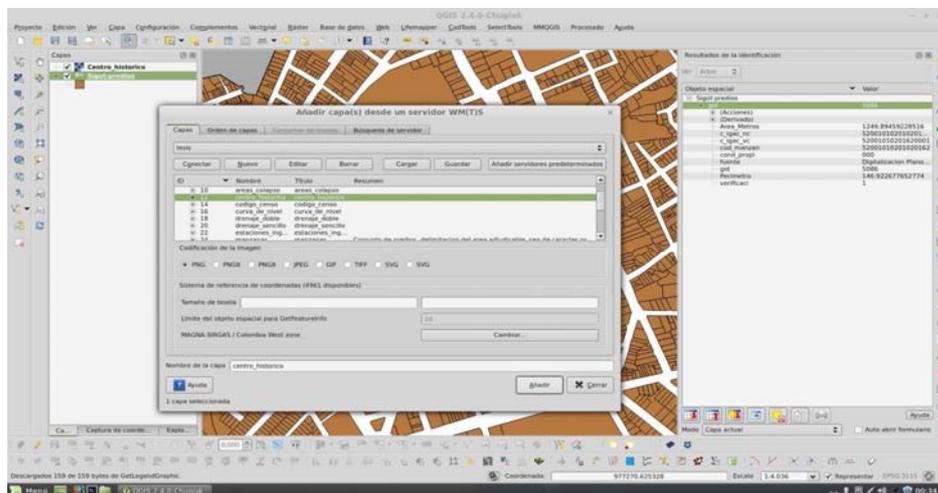


Figura 18. Carga de datos desde el servicio WMS en Qgis.

Fuente. Este estudio.

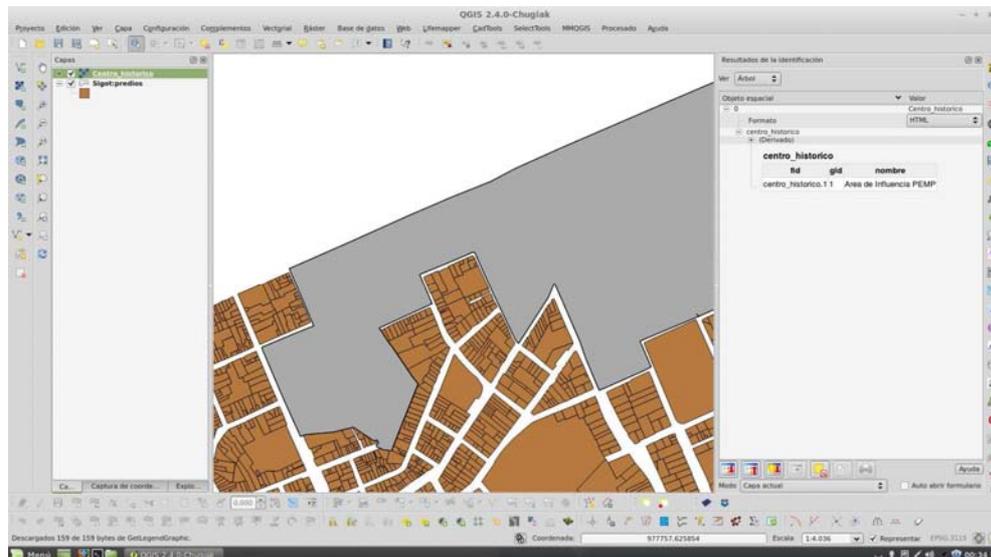


Figura 19. Carga de datos desde el servicio WMS en Qgis.

Fuente. Este estudio.

#### 9.3.4 Actividad 4.

Se utilizó el paquete de software OpenGeo para el despliegue de información geográfica en un entorno web, debido a la versatilidad que tiene para el manejo de la información, la velocidad de despliegue de datos, la posibilidad de interrelacionar con distintas fuentes de información por medio de servicios como los *Web Map Service (WMS)*, así como la personalización de los estilos y etiquetado de capas.

La Suite OpenGeo comprende un conjunto de software que se encarga del almacenamiento, cargue y despliegue de servicios de información como se presenta a continuación (figura 20).

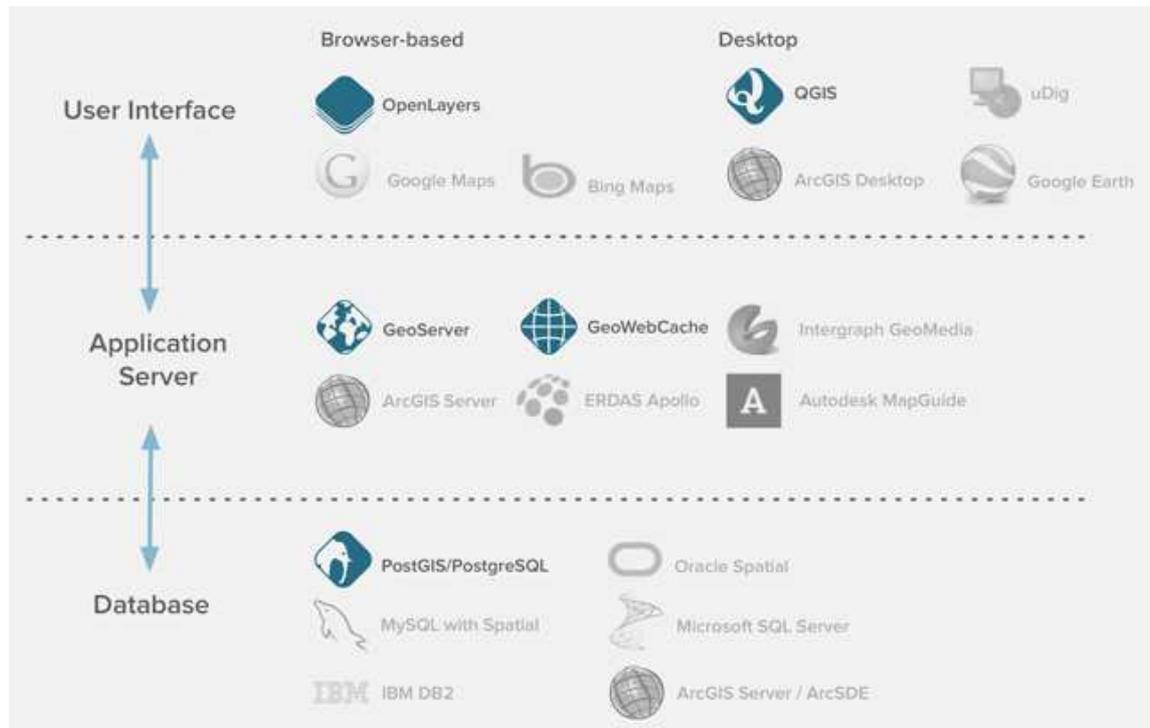


Figura 20. Esquema del software Suite OpenGeo.

Fuente. OpenGeo Suite.

La Suite OpenGeo se compone por 3 bases fundamentales de datos: gestor de bases de datos, servidor de aplicaciones e interfaz de usuario, para ello se utiliza *PostgreSQL- POSTGIS* como el sistema gestor de bases de datos, debido a su gran acogida y reconocimiento, así como el gran nivel de desarrollo Geoserver con *Geowebcache*, los cuales se encargan de administrar los servicios de información de manera eficiente y con una gran facilidad para entornos corporativos.

El despliegue, análisis y procesamiento de datos se realiza por medio de Open Layers y su adaptación como cliente pesado de la aplicación Web Geoplorer, así como *Qgis* como Sig de escritorio, este es un paquete de software de gran acogida, respaldo y soporte a nivel mundial, muy eficiente y con un sin número de casos de estudio, lo cual demuestra que es una de las mejores opciones para la implementación como entorno corporativo y de desarrollo. La Suite viene “lista

para usar” es de fácil configuración, solo es necesario conocer los roles predeterminados de acceso a las aplicaciones, las cuales están disponibles en cada una de las paginas oficiales.

Para demostrar la funcionalidad del aplicativo, se realiza una prueba de funcionamiento usando para ello, Ubuntu 12.04 como sistema operativo base donde se almacenan los datos geográficos y como cliente de la aplicación se utilizó el sistema operativo Windows 8 y Linux Mint 17, para poner a prueba la escalabilidad y versatilidad de este tipo de aplicaciones, así como su factibilidad en la implementación de entornos de producción. Al conectarse automáticamente Geoexplorer a Geoserver como servidor de datos geográficos, no es necesario editar código fuente para esta labor.

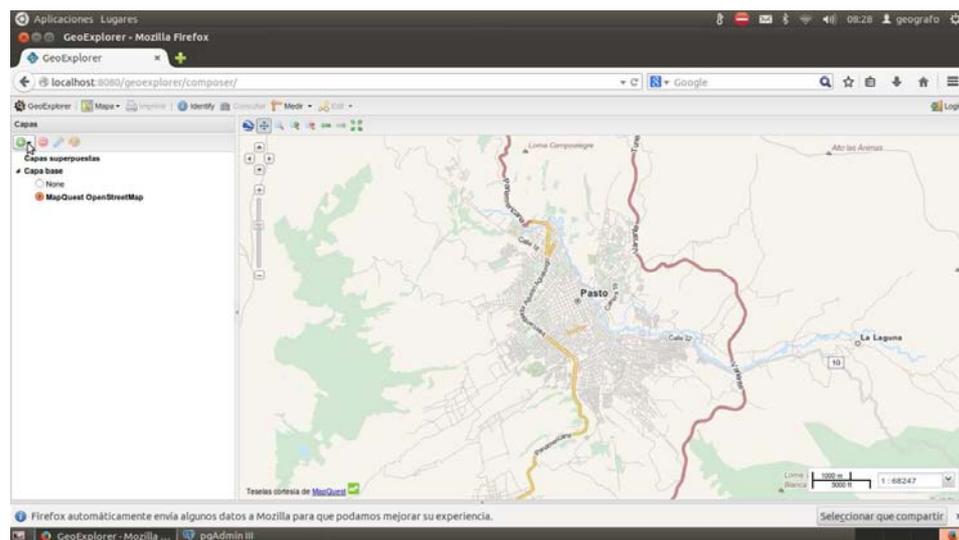


Figura 21. Carga de datos en Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

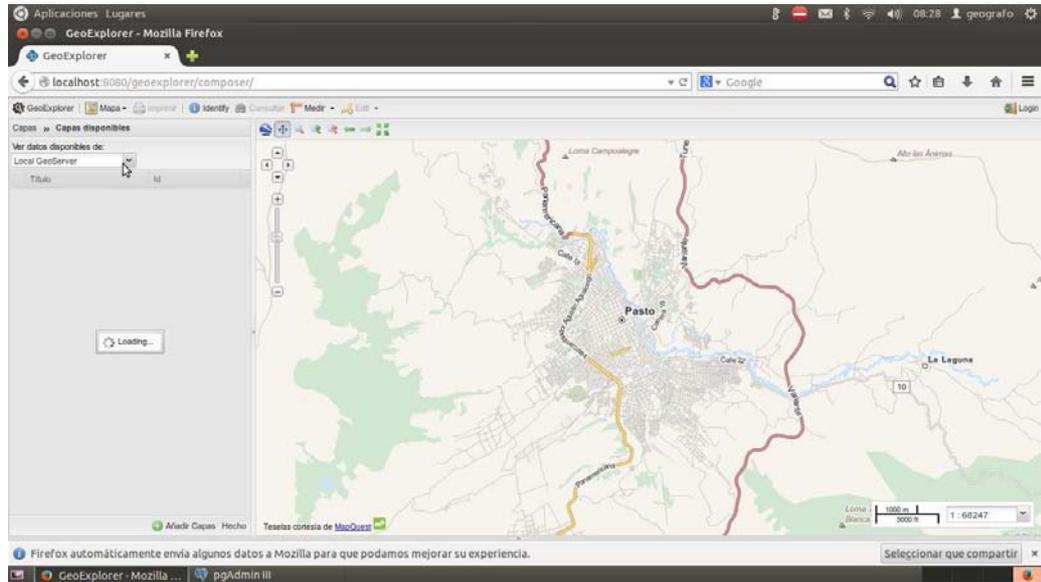


Figura 22. Carga de datos en Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

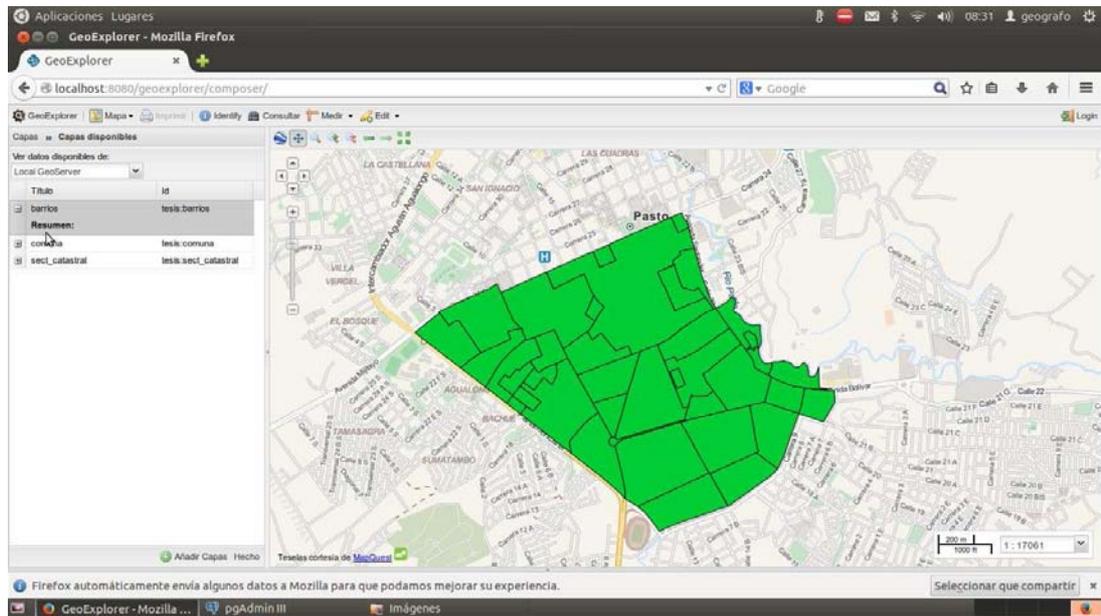


Figura 23. Carga de datos en Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

Desde Geoexplorer la carga de información es muy intuitiva, permitiendo el acceso rápido y preciso de manera eficiente. Después de configurado el servidor de información geográfica, se procede a hacer las pruebas de funcionamiento por medio del acceso a los datos, identificación de elementos, medición de distancias y consulta espacial de elementos, tanto para clientes Windows como Linux o servicios en dispositivo móvil, como se presenta a continuación.

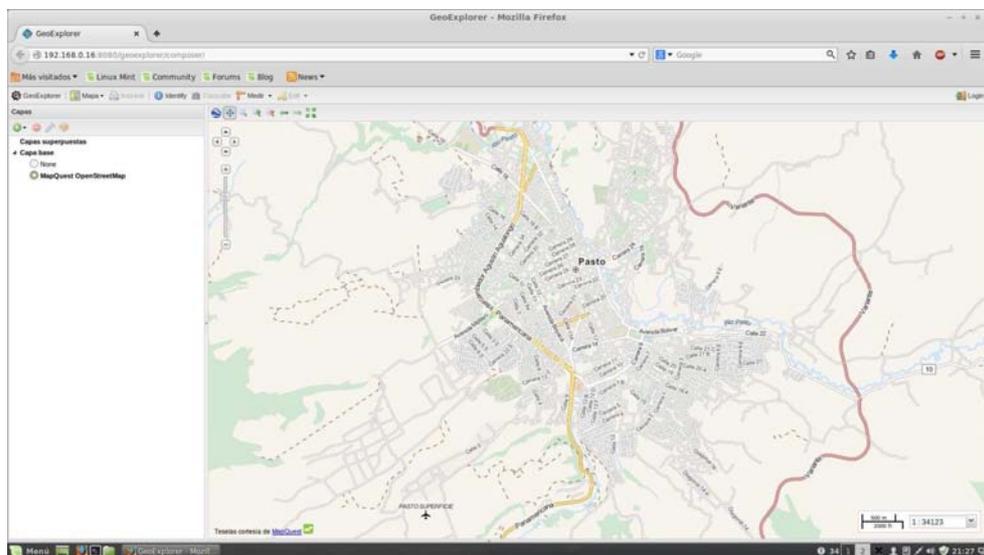


Figura 24. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

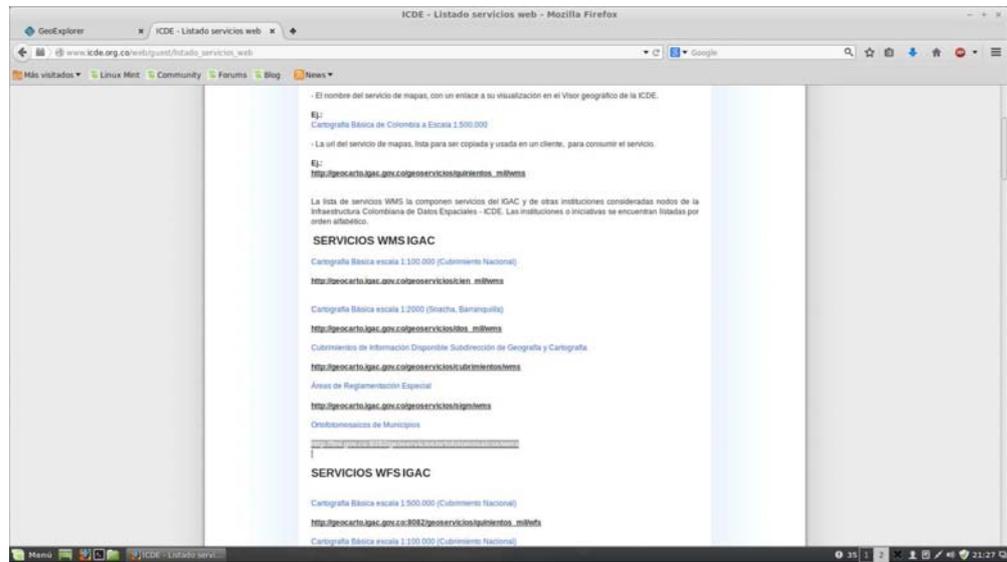


Figura 25. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

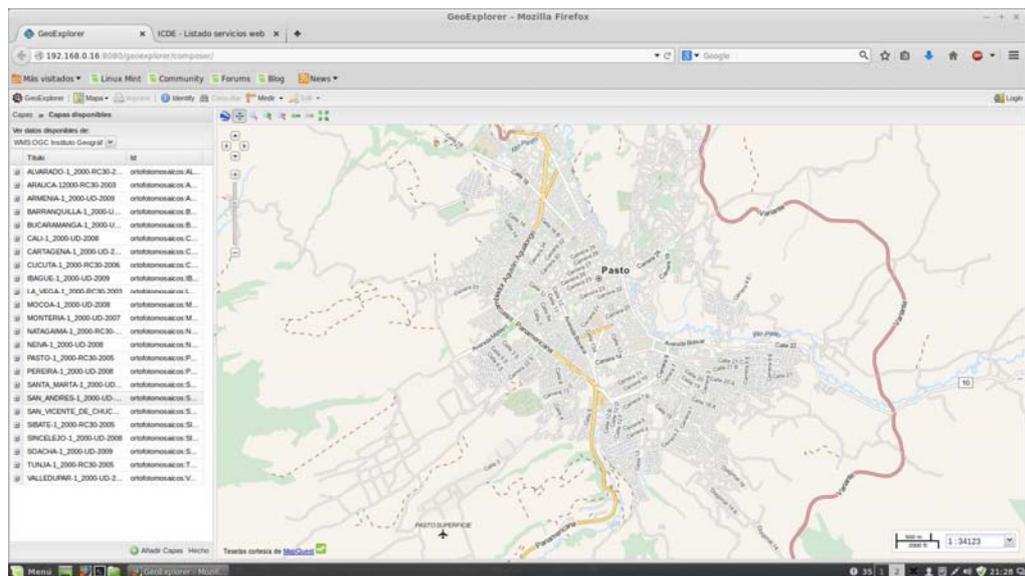


Figura 26. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

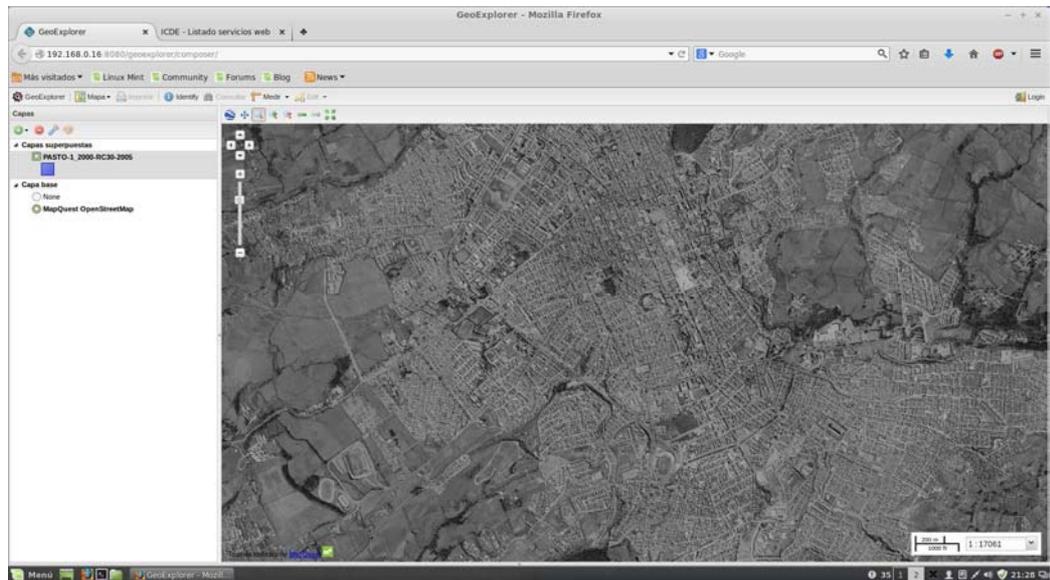


Figura 27. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

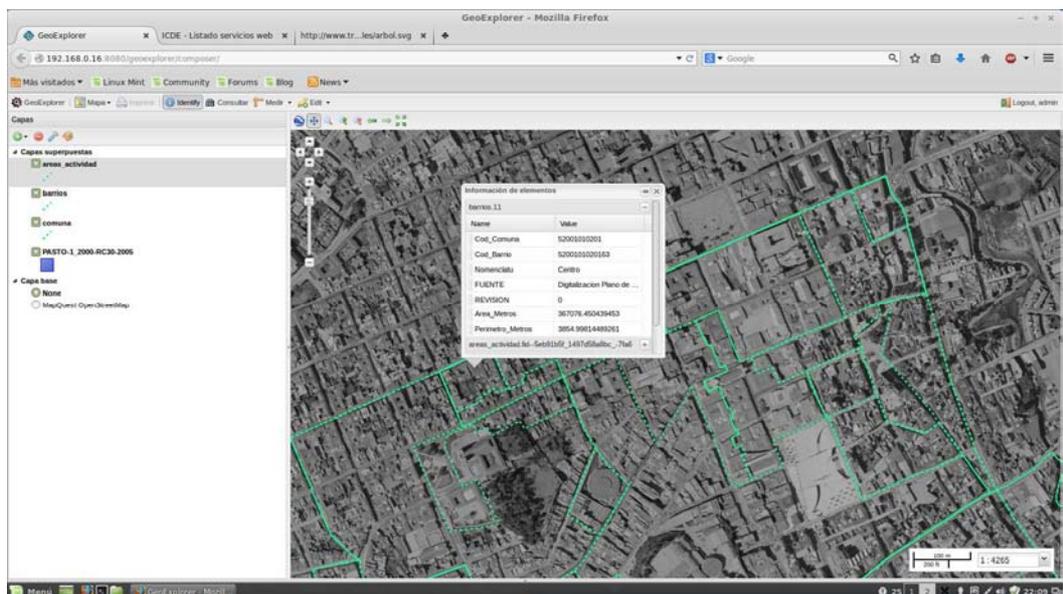


Figura 28. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

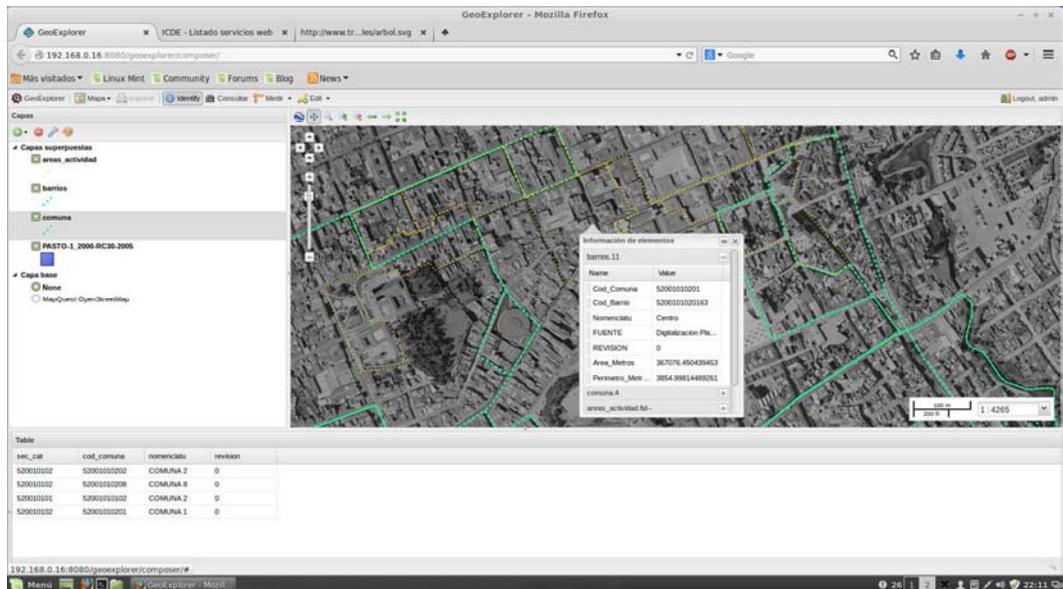


Figura 29. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

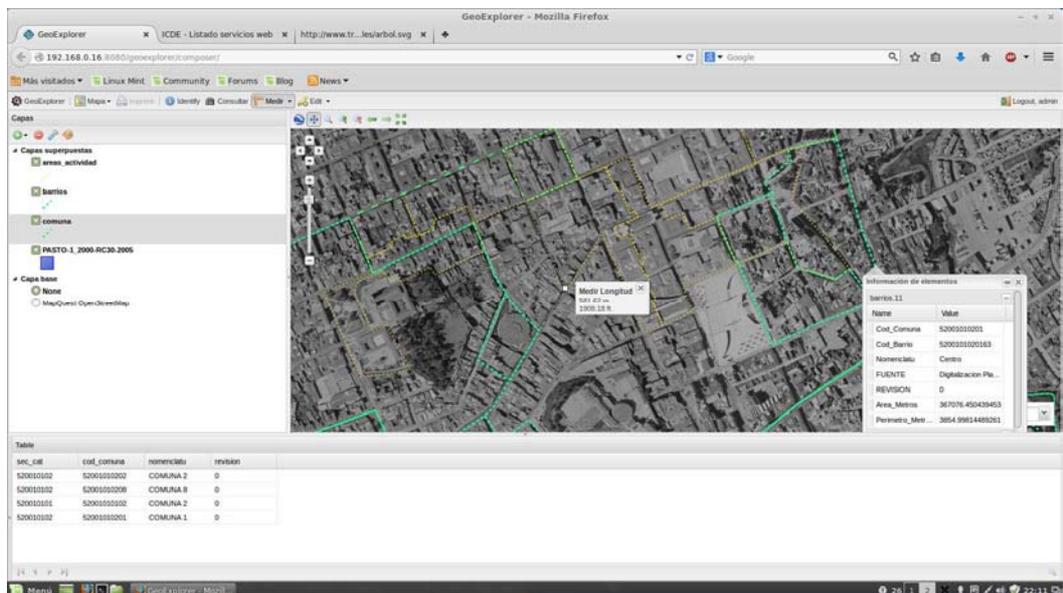


Figura 30. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

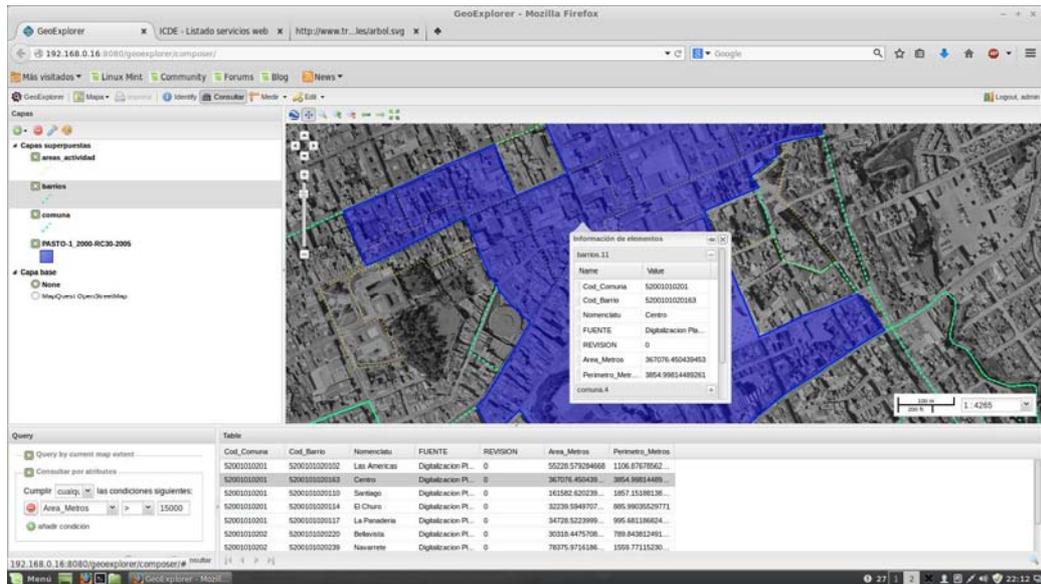


Figura 31. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

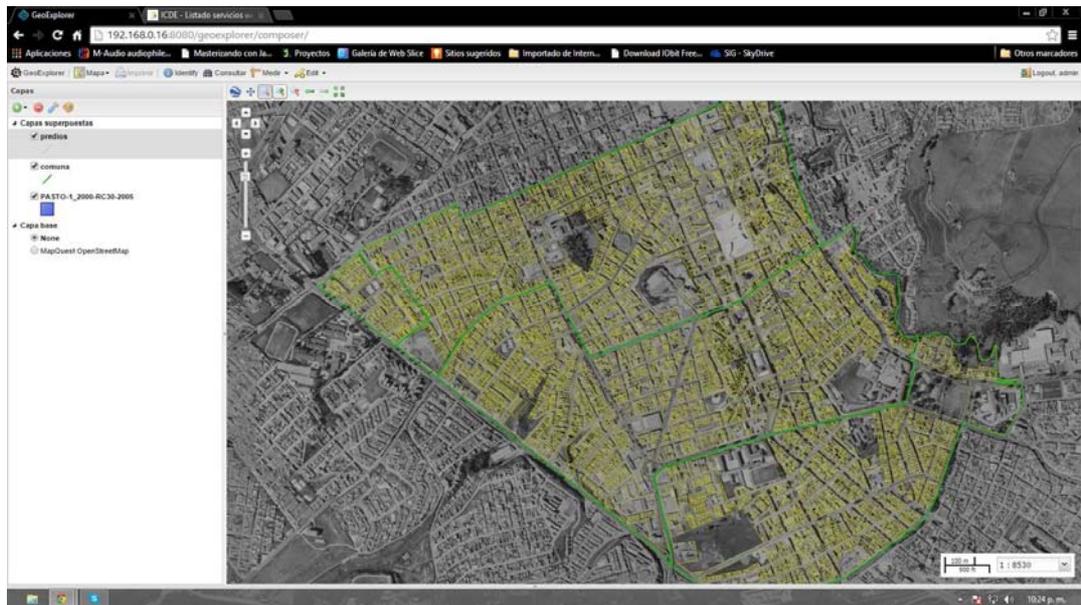


Figura 32. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

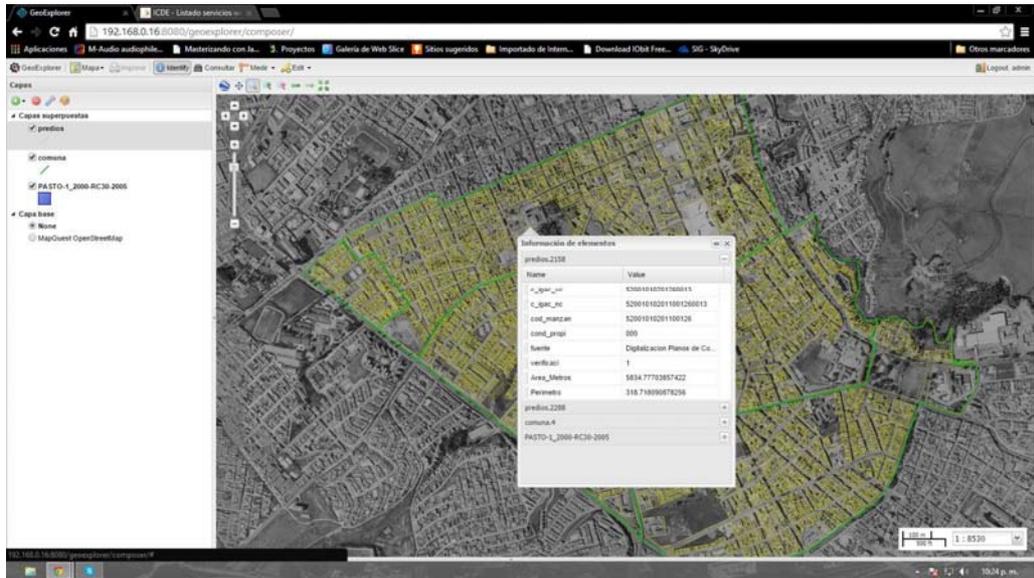


Figura 33. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

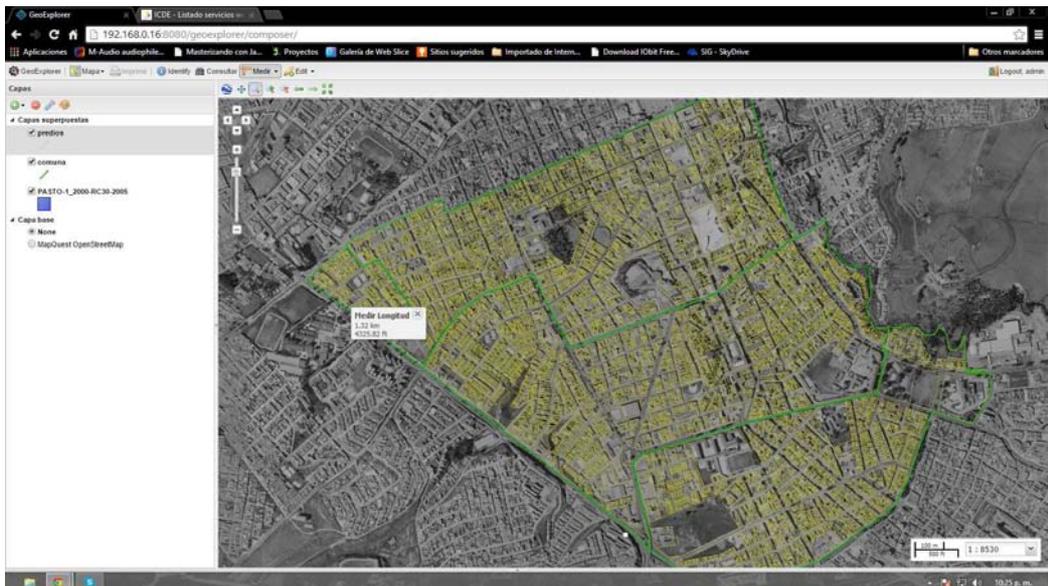


Figura 34. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

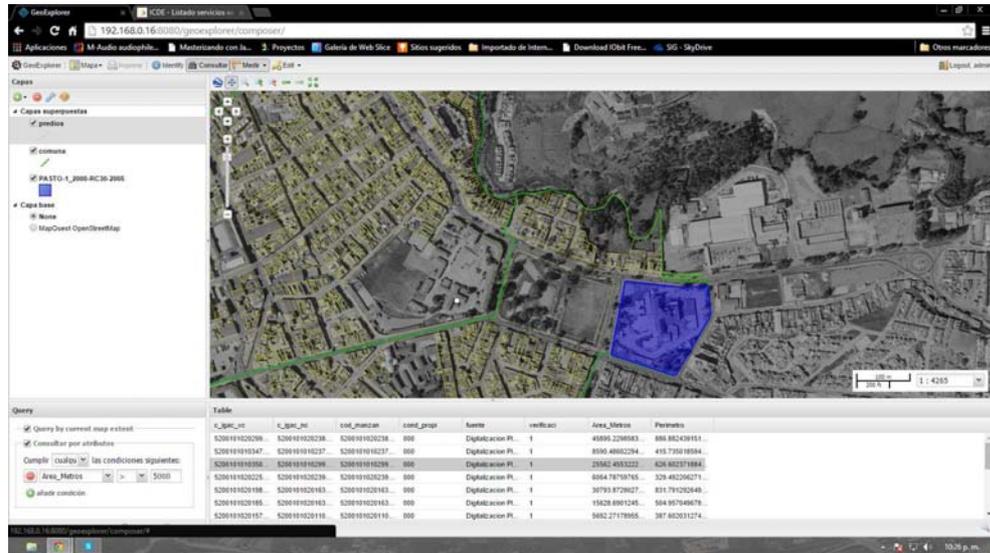


Figura 35. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

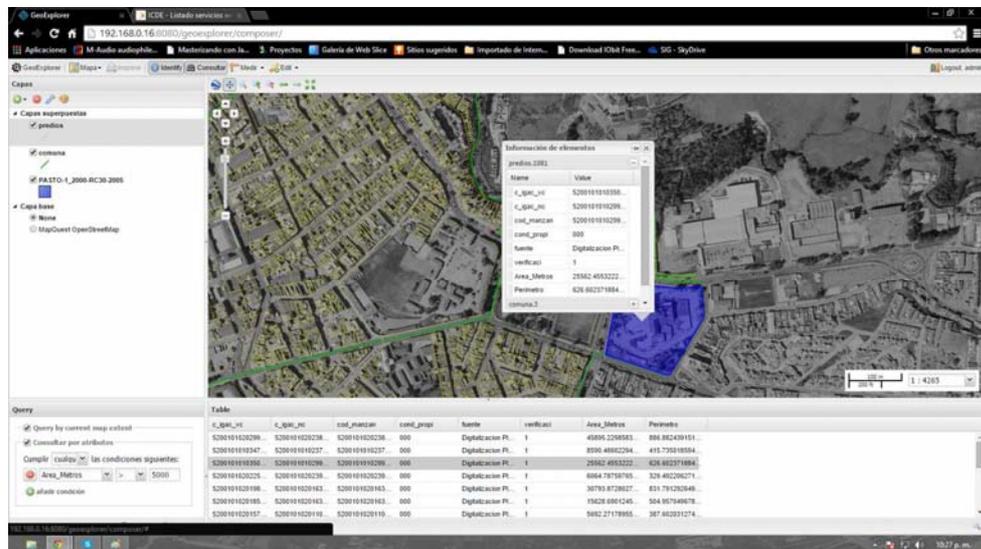


Figura 36. Prueba de funcionamiento de Geoexplorer.

Fuente. Este estudio.

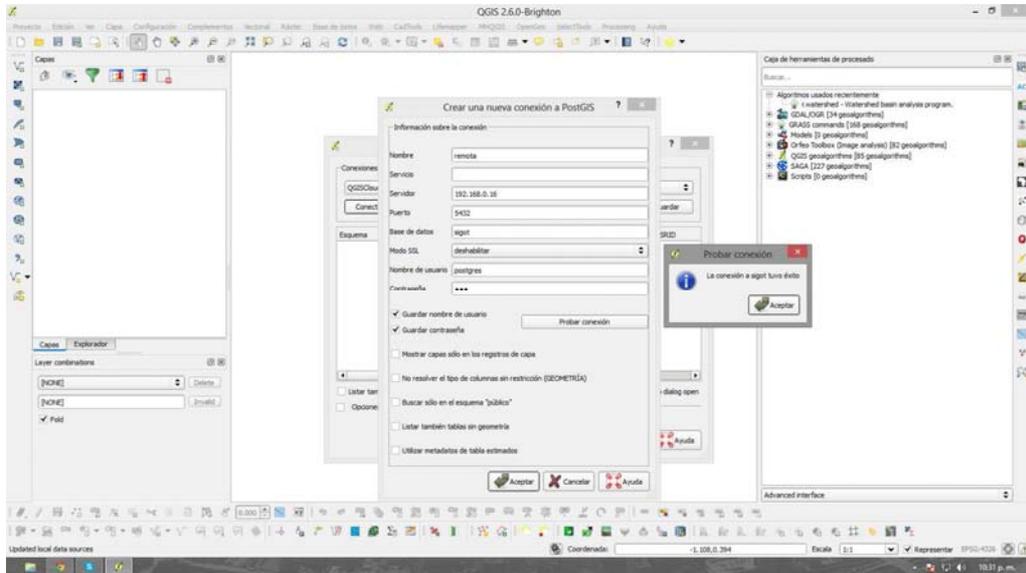


Figura 37. Prueba de la conexión a la base de datos en Qgis.

Fuente. Este estudio.

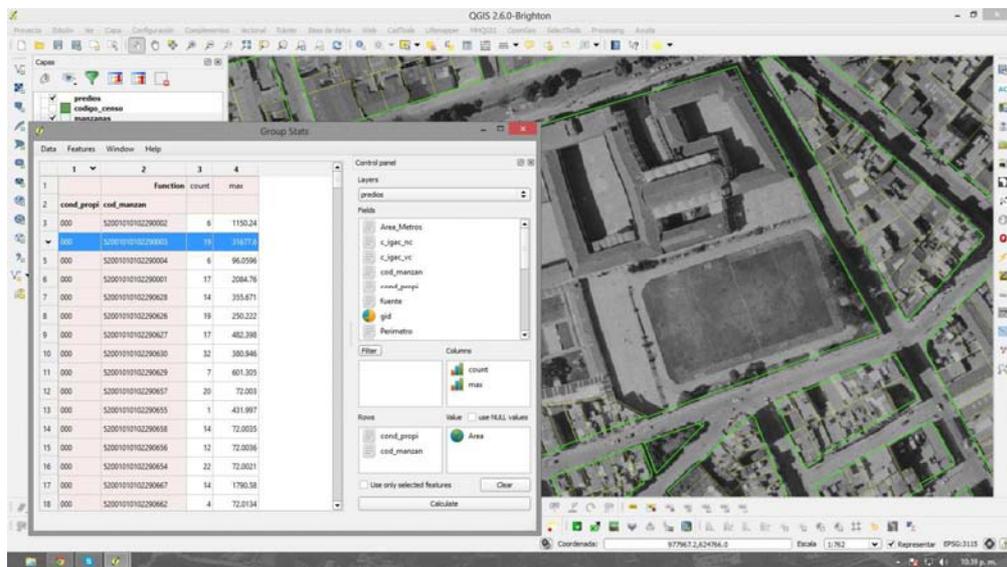


Figura 38. Prueba de funcionamiento con análisis espacial en Qgis.

Fuente. Este estudio.

La mayor facilidad de los ambientes de desarrollo web, es la gran cantidad de público a la que se puede llegar por medio de este recurso de difusión, el presente

estudio fue solo una aproximación de cómo se podría establecer unas pautas claras para la recolección, depuración, estandarización, organización, procesamiento y producción de información geográfica de calidad, pertinente y organizada, de manera que a través del establecimiento de una línea base normativa y metodológica clara acerca de cómo se puede establecer una ruta de trabajo interinstitucional clara y concisa, se pueden elaborar herramientas eficaces y pertinentes para la correcta toma de decisiones en el territorio.

## 10. CONCLUSIONES

- La implementación de tecnologías de código abierto es una de las más grandes posibilidades de desarrollo interinstitucional, debido a que se puede personalizar de acuerdo a las necesidades de cada institución.
- La creación de lenguajes interinstitucionales claros basados en la estandarización y la interoperabilidad es fundamental para generar un ordenamiento territorial integral, con premisas de eficiencia eficacia y efectividad.
- Se deben tener en cuenta parámetros claros, como calidad y oportunidad de los productos geográficos que hacen parte de los procesos de desarrollo en la ciudad.
- Es importante estandarizar los procesos de generación cartográfica en la ciudad, para no redundar esfuerzos, teniendo muy en claro la labor oficial de cada entidad en el proceso.
- Es importante aprender a desarrollar canales abiertos de información, donde se incluya a la academia como actor fundamental de cada proceso.
- Es de vital importancia el hacer extensivos los esfuerzos para generar entornos de trabajo común entre cada una de las entidades de la ciudad, para así encaminar este tipo de procesos a cada una de las alcaldías municipales, a bajo costo y con un gran nivel de aplicabilidad.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN JUAN DE PASTO. *Op. cit.*, 2010. p. 12.
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN JUAN DE PASTO. 2010. Sistema Local de Áreas Protegidas (SILAP). Secretaria de Gestión Ambiental, San Juan de Pasto, Colombia. p. 11.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 388 de 1997. (18, Julio, 1997). Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 1997.
- COLOMBIA. CONSEJO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO. Acuerdo No 26 de 2009. Revisión ordinaria y ajustes del plan de ordenamiento territorial del municipio de San Juan de Pasto, adoptado mediante Decreto Municipal 0084 de 2003 y se dictan otras disposiciones. San Juan de Pasto, 2009.
- CONPES No 3585. 2009. Consolidación de la política nacional de información geográfica y la infraestructura colombiana de datos espaciales. [En línea]. [ref. de 10 de junio del 2012]. Disponible en Internet: [http://www.ipgh.org/Difusion/2009/Files/CONPES-3585\\_PNIG-e-ICDE-02.PDF](http://www.ipgh.org/Difusion/2009/Files/CONPES-3585_PNIG-e-ICDE-02.PDF)

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Ordenamiento Territorial. [En línea]. [ref. de 04 de octubre de 2014]. Disponible en Internet: <https://www.dnp.gov.co/atencion-al-ciudadano/glosario/Paginas/O.aspx>
  
- FELICÍCIMO, Ángel. Glosario de términos usado en el trabajo con sistemas de información geográfica. [En línea]. [ref. de 24 de abril del 2012]. Disponible en Internet: <http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/glosario.pdf>
  
- GEOBOLIVIA. Institucional. [En línea]. [Citado en Enero del 2014]. Disponible en Internet: < <http://geo.gob.bo/?-Institucional-> >
  
- INFANTE SEPULVEDA, Carlos Gustavo; MURCIA GARCÍA, Uriel Gonzalo & VARGAS SÁNCHEZ, Iván. Modelamiento en web de geo-información de la Amazonía colombiana con el uso de software libre. (2010). Análisis Geográfico No 47.
  
- INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPECIALES. Catalogación de objetos geográficos. Bogotá, Colombia. [En Línea: [ref. de 25 de julio de 2012]. Disponible en Internet: [http://www.icde.org.co/web/ctn028\\_catalogacion/principal](http://www.icde.org.co/web/ctn028_catalogacion/principal)
  
- INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES. 2014. Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica - CTN 028. [En línea]. [ref. de 10 de junio del 2012]. Disponible en Internet: <http://www.icde.org.co/web/ctn028>

- INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPECIALES. 2014. Norma Técnica Colombiana 4611 Conforme A ISO 19115. Infraestructura de datos especiales. Bogotá, Colombia. [En Línea: [ref. de 25 de julio de 2012]. Disponible en Internet: [http://www.icde.org.co/web/ctn028\\_metadatos/principal](http://www.icde.org.co/web/ctn028_metadatos/principal)”.
- INGEOMINAS. Evaluación de los Efectos Actuales de Subsistencia y Colapsos por Actividades de Aprovechamiento Subterráneo de Recursos Minerales en la Ciudad de San Juan de Pasto, Informe Final. Subdirección de Amenazas Geoambientales, Bogotá. 2003. p. 6.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología de desarrollo de software. [En Línea] [Bogotá, Colombia]: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010. [Citado 21 de Junio de 2012]. Disponible en internet: < <http://geoservice.igac.gov.co/mds/igac/> >
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Modelo de datos urbano, catálogo de objetos CO-U – catálogo de símbolos CS-2000. Subdirección de cartografía. Colombia, Santafé de Bogotá, 1996.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Resolución 068 de 2005. Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS. [En línea]. [ref. de 10 de junio del 2012]. Disponible en Internet: [http://www2.igac.gov.co/igac\\_web/UserFiles/File/normas%20regulatorias/RESOLUCION\\_068\\_DE\\_2005.pdf](http://www2.igac.gov.co/igac_web/UserFiles/File/normas%20regulatorias/RESOLUCION_068_DE_2005.pdf)

- INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA. Guía de Normas – Edición en español. Comité ISO/TC 211. Información Geográfica / Geomática. Grupo Consultivo de Desarrollo. 1ed: México D.F. 2010. [En línea]. [ref. de 20 de Febrero del 2013]. Disponible en Internet: [http://www.isotc211.org/Outreach/ISO\\_TC\\_211\\_Standards\\_Guide\\_Spanish.pdf](http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Spanish.pdf).
  
- OLAYA, Víctor. 2012. Sistemas de Información Geográfica. Infraestructuras de Datos Espaciales. Tomo 1. [En línea]. [ref. de 08 de mayo de 2012]. Disponible en Internet: [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG)