

**ANALISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDOS  
DURANTE EL AÑO 2014 EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE PASTO.**

**AIDA MARCELA BELALCÁZAR LARA  
MARTHA CECILIA GUERRERO JOJOA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**ANALISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDOS  
DURANTE EL AÑO 2014 EN EL AREA URBANO DEL MUNICIPIO DE PASTO.**

**AIDA MARCELA BELALCÁZAR LARA  
MARTHA CECILIA GUERRERO JOJOA**

**Trabajo de grado modalidad diplomado presentado como requisito parcial  
para optar al título de Geógrafo con énfasis en planificación regional.**

**Asesor:  
GEOGRAFO CARLOS ALBERTO TORRES  
Docente Departamento de Geografía Universidad de Nariño**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA  
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, Mayo de 2015.

## **RESUMEN**

En la ciudad de San Juan de Pasto se registraron el año pasado varios accidentes que tienen que ver con el tráfico vehicular y peatonal, datos almacenados en archivos leíbles pero no espacializados para su real comprensión. Para lograr que estos datos sean de utilidad a la administración o para cualquier usuario se requiere que estos se ingresen a un sistema de base de datos adecuado, para ser luego incorporados a una base de datos espaciales donde se pueda tener acceso a toda la información relacionada entre si de una manera más ágil y dinámica permitiendo así establecer en escala real la localización, causas y consecuencias de un accidente.

## **ABSTRACT**

In the city of Pasto they were registered last year several accidents that have to do with vehicular and pedestrian traffic , data stored in files readable but not spatialized for real understanding . To ensure that these data are useful to management for any user or require such a system appropriate database are entered , to be then incorporated into a spatial database where you can access all related information each other in a more agile and dynamic allowing full-scale set location, causes and consequences of an accident.

## CONTENIDO

	pág.
<b>1. PROBLEMA</b>	7
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2 DESCRIPCIÓN	7
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
<b>2. OBJETIVOS</b>	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	10
<b>4 MARCOS DE REFERENCIA</b>	11
<b>4.1 LOCALIZACION</b>	11
<b>4.2 MARCO CONCEPTUAL</b>	13
4.2.1 Los datos y Las Bases de Datos	13
4.2.2 Los sistemas de información geográfica	15
4.2.3 Las herramientas de los sistemas de información geográfica.	15
4.2.4 Análisis espacial	17
4.2.5 Accidentalidad vial	17

<b>4.3 MARCO LEGAL</b>	20
<b>5. METODOLOGÍA</b>	23
5.1 FASE 1	23
5.2 FASE 2	27
5.3 FASE 3	30
5.4 ESQUEMA METODOLÓGICO	34
<b>6. RESULTADOS</b>	35
<b>6.1</b> Información para estructurar la base de datos sobre accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.	35
<b>6.2</b> Base de datos espacial de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana de municipio de Pasto.	38
<b>6.3</b> Patrón de comportamiento de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.	42
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	51
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	54
<b>9. ANEXOS</b>	56

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Tabla de datos entregada por la SMTT
- Figura 2. Identificación de polígonos con inconsistencias.
- Figura 3. Identificación de polígonos inconsistentes
- Figura 4. Localización de las direcciones en GOGLE EARTH PRO.
- Figura 5. Localización de las direcciones en ARCMAP
- Figura 6. Validación datos en ACCES.
- Figura 7. Conexión base de datos
- Figura 8. Relación de las entidades que se establecerá en la base
- Figura 10. Comparación puntos integrados (rojos) y normales (azules)
- Figura 11. Densidad
- Figura 12. Rangos de visualización
- Figura 13. Sectorización de la ciudad por ocurrencia de accidentes
- Figura 14. Relación de localización de la accidentalidad
- Figura 15. esquema metodológico
- Figura 16. Nomenclatura vial
- Figura 17. Barrios y comunas de la ciudad de San Juan de Pasto
- Figura 18. Accidentes localizados en el área urbana del municipio de Pasto
- Figura 19. Estandarización de tablas de datos.
- Figura 20. Modelo Entidad Relación
- Figura 21. Visualización de la consulta hecha en ACCES
- Figura 22. Base de datos visualizada en ACCES
- Figura 23. Base de datos sobre accidentalidad incorporada y visualizada en ARCMAP.
- Figura 24. Vecino Mas Cercano (Average Nearest Neighbor)
- Figura 25. Ventana de resultados
- Figura 26. Reporte gráfico y de texto
- Figura 27. Cálculo de distancias
- Figura 28. Autocorrelación espacial
- Figura 29. Gráfico autocorrelación espacial
- Figura 30. Cuadro de valores de distancias
- Figura 31. Densidad de accidentes originados por comuna
- Figura 32. Frecuencias de accidente por vehículo y por género
- Figura 33. Frecuencias de accidente por vehículo y por género
- Figura 34. Histograma de datos de mínimos medios y máximas

## GLOSARIO

**Base de Datos:** una base de datos o banco de datos (en ocasiones abreviada) es la estructura en la cual se almacena gran cantidad de información.

**Comuna:** Es la división dentro del suelo urbano del municipio, que sirve para mejorar la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones, concernientes a la planificación local.

**Barrio:** Es la unidad de división básica de una ciudad para términos de localización referencia, y administrativa en mínima escala.

**Dato:** Es un conjunto de elementos, símbolos o caracteres que representan algún valor o característica su agrupación sería la información.

**Georreferenciación:** Ubicación geográfica referente a un objeto u elemento en un Sistema coordinado.

**Calle o Carrera:** Vía urbana de tránsito público, que incluye toda la zona Comprendida entre los linderos frontales de las propiedades.

**Formato SHP:** Tipo de archivo, que almacena información procedente de ARCGIS y puede ser visualizada en otros programas.

**Google Earth Pro:** Tipo de programa especializado, donde se puede visualizar información cartográfica con base en información satelital

**Google Maps:** es un servidor de aplicaciones de mapas en la web, ofrece imágenes de mapas, fotografías por satélite y vías de ruta.

**Arcgis:** Software especializado en el campo de los Sistemas de Información Geográfica

**Archivo dwg:** tipo de archivo proveniente de AUTOCAD, programa de dibujo asistido por computadora.

## INTRODUCCION

El analizar la ocurrencia, lugar y factores de incidencia en los índices de accidentalidad en el municipio de Pasto a través de herramientas como los sistemas de información geográfica, proporcionó resultados óptimos y concretos acerca del comportamiento de los accidentes, entendiendo la accidentalidad ya no como hechos aislados independientes del entorno e imposibles de prevenirse si no como hechos predecibles, prevenibles y relacionados muy estrechamente con otras variables del entorno en si como hechos prevenibles si se llega a conocer su verdadera naturaleza.

El hecho de conformar un verdadero sistema de información sobre la accidentalidad de tránsito es para la SMTT, un hecho muy ambicioso ya que se debe empezar por contar con el personal experto en el tema y con los recursos físicos y tecnológicos apropiados, el análisis espacial realizado con los datos de accidentalidad es solo un pequeño esbozo del problema, el cual busca mediante estadísticas espaciales una categorización de los lugares donde han ocurrido dichos hechos fatales.

La localización y espacialización de los puntos donde han ocurrido accidentes teniendo en cuenta barrios, comunas y vías puede proporcionar el insumo más importante para constituir un registro espacial que no solo suma un hecho siniestro al historial de eventos si no que constituya el estudio del comportamiento de la accidentalidad en la ciudad de San Juan de Pasto.

Se localizaron y espacializaron los puntos donde han ocurrido accidentes de tránsito en la ciudad de San Juan de Pasto, cada siniestro tenía asignada una dirección en el registro que otorgó la SMTT dicha dirección fue localizada en la base espacial asignándoles una coordenada X-Y, lo cual permitió ubicarlos, distribuirlos y analizarlos.

## **1. PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Ciudad de San Juan de Pasto, el inventario de accidentes de tránsito es llevado por la secretaria de tránsito y transporte del municipio, este se consolida gracias a los informes que realizan los agentes que atienden los sucesos mencionados, quienes al no contar con una herramienta de georreferenciación buscan enlazar los eventos a una nomenclatura, anotación que podrían variar de acuerdo a la persona que registre los datos, tornándose ineficiente en la toma de decisiones. Sin demeritar la labor que realiza esta dependencia es evidente que el sistema de información que alimenta la STTM presenta falencias en la manera de tratar la información obtenida en campo.

### **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Al hablar de las falencias de la información obtenida y procesada por la STTM, no se pretende decir que la información sea inútil, al contrario la calidad de la información es buena ya que es información primaria, en tiempo real y actualizada constantemente, el problema radica en que la presentación final de la información no es adecuada al momento de hacer el análisis espacial, necesario para afrontar la problemática de los accidentes de tránsito.

La principal causa del problema, es la manera inadecuada en la que se están recolectando, tratando y presentando los datos ya que no se cuenta con las suficientes herramientas para levantar, incorporar, almacenar, procesar y utilizar la información final, de tal manera que permita realizar un análisis eficaz de dicha información.

Para el ejercicio se han tomado datos proporcionados por la secretaria de tránsito y transporte municipal, (STTM) para el año 2014 contabilizando los registros de accidentes en el municipio de Pasto, en los que se tienen en cuenta vehículos y peatones afectados en el hecho, datos que actualmente reposan en hojas de cálculo que se pueden consultar como valores aislados sin tener en cuenta la relación entre ellos, para corregir esto se pretende incorporar los datos suministrados en una base de datos espacial en un software especializado que permita su posterior análisis y garantice su correcta, fácil y óptima utilización.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo establecer el comportamiento de los accidentes de tránsito ocurridos durante el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis espacial de los accidentes de tránsito ocurridos durante el año 2014, en el área urbana del Municipio de Pasto, como herramienta en la toma de decisiones para la SMTT.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Consolidar la información necesaria para la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.
- Estructurar la base de datos espacial de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana de municipio de Pasto.
- Establecer el patrón de comportamiento de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto, que facilite el estudio de este fenómeno.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Es preciso comprender que donde hay diversas variables como vías, vehículos, peatones, conductores, usuarios de un sistema de transporte, entre otros, que se encuentran en constante interrelación se darían alteraciones en su dinámica normal, las posibilidades de desequilibrio crecen conforme los involucrados, ocasionando accidentes en diferentes grados de afectación: por ello es necesario buscar alternativas de mitigación y en un caso ideal la desaparición de los mismos.

La importancia de un análisis espacial es encontrar patrones de ocurrencia y comportamiento de una variable, como en este caso se logró establecer no solo la localización espacial de los accidentes sino también la relación de estos consigo mismos y con el espacio, información que puede ser de fácil acceso y comprensión. Por su parte el desconocimiento de la parte espacial de las problemáticas de un territorio puede llevar a la toma de decisiones inadecuadas, si no se toma en cuenta la importancia que cobran las características del espacio con relación a las variables implícitas, proponiendo relaciones de escala, influencia, beneficio y afectación reales.

Como se afirma en el párrafo anterior el espacio es para la geografía un elemento muy importante, por ello se ha intentado conceptualizarlo y definirlo, destacando sus características y componentes, hecho donde toma importancia el análisis espacial como una herramienta para comprender mejor un espacio. Por su parte el geógrafo puede interpretar, pronosticar, describir, inferir y significar un fenómeno en el espacio a través del análisis espacial, convirtiendo un conjunto de información en la mayoría de casos numerosa y desordenada en información útil y fácil de manejar.

En la ciudad de San Juan de Pasto se registraron el año pasado varios accidentes que tienen que ver con el tráfico vehicular y peatonal, datos almacenados en archivos leíbles pero no espacializados para su real comprensión. Para lograr que estos datos sean de utilidad a la administración o para cualquier usuario se requiere que estos se ingresen a un sistema de base de datos adecuado, para ser luego incorporados a una base de datos espaciales donde se pueda tener acceso a toda la información relacionada entre si de una manera más ágil y dinámica permitiendo así establecer en escala real la localización, causas y consecuencias de un accidente.

Teniendo en cuenta las características y ubicación de los accidentes respecto a la malla vial se puede construir un modelo que permita conocer en qué lugares exactamente se presentaron accidentes el año inmediatamente anterior, que tipo de vehículo estuvo involucrado, cual fue la causa y que consecuencias tuvo. Permitiendo utilizar esta información para proponer obras y acciones que contribuyan a disminuir la tasa de accidentalidad en la ciudad.

## 4. MARCO REFERENCIAL

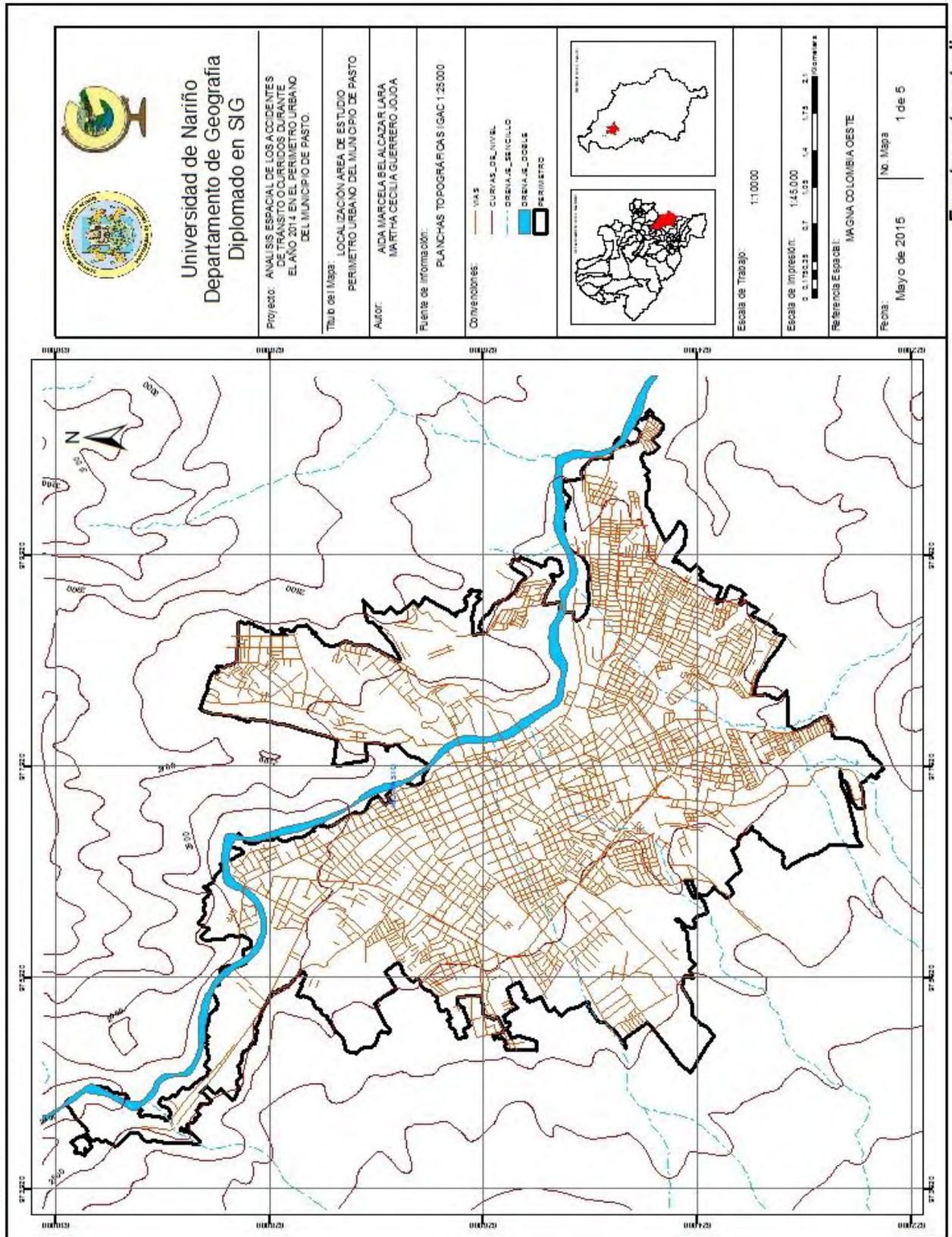
### 4.1 LOCALIZACIÓN

El municipio de Pasto está situado sobre el Valle de Atriz a 795 kilómetros, al Sur Occidente, de la Capital de la República. Su altura sobre el nivel del mar es de 2.559 metros, la temperatura media es de 14 grados centígrados, su área es de 1.181 kilómetros cuadrados y su precipitación media anual es de 700 milímetros, coordenadas. De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) el Municipio de Pasto, se encuentra geográficamente ubicado al Suroccidente de la región andina colombiana, y al Oriente del Departamento de Nariño. Los límites geográficos son los siguientes: Norte. Con los municipios de La Florida, Chachagüi y Buesáco. Sur, con los municipios de Tángua, Funes y el Departamento de Putumayo. Oriente, con el Departamento de Putumayo. Occidente, con los municipios de La Florida, Nariño, Sandoná, Consacá, Yacuanquer y Tángua.

Las coordenadas geográficas entre las cuales está comprendido el Municipio de Pasto son: 1° 21' 53" Latitud Norte (N) confluencia quebrada La Honda con el Río Pasto) y 0° 48' 45" Latitud Norte (confluencia Río Patascoy con el Río Guamués) 77° 02' 12" Longitud Oeste (W) (Cerro Patascoy) y 77° 21' 44" Longitud Oeste (W) (Volcán Galeras). Coordenadas planas X588.298m - Y965.688m y X641.361m - Y1.005.420m.

El perímetro urbano de la Ciudad de san Juan de Pasto es establecido por el POT, hasta donde se extiende la cota de servicios públicos, conformado por cuarenta y nueve (49) puntos unidos por alineamientos rectos y curvos siguiendo linderos, cursos de agua y accidentes geográficos.

Mapa 1: Área de estudio.



## **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

El análisis del comportamiento de la accidentalidad, en un determinado lugar se enmarca de mejor manera bajo los conceptos concernientes a los datos, las bases de datos, los SIG, las herramientas de los SIG, el análisis espacial y la accidentalidad vial.

### **4.2.1 Datos y bases de Datos**

“Definimos como Dato a todo concepto, cifras, instrucciones que se tienen aisladas entre sí, sin seguir una organización o un orden específico, siendo entonces el concepto aplicable al de Dato Aislado, o bien un Conjunto de Datos, que por su cuenta no significan nada, pero requieren una tarea de ordenamiento, que es justamente un Proceso”.<sup>1</sup>

Un dato sería la representación formal de hechos conceptos o instrucciones apropiadas para ser comunicada, interpretada y procesada por los seres humanos, vistos desde la informática como un conjunto de instrucciones aisladas que son interpretadas y procesadas por un servidor para ser útiles a un usuario.

Una base de datos puede entenderse de manera simple como un contenedor donde se almacena gran cantidad de información ingresada por un usuario de manera ordenada, por ejemplo, en una base de datos se puede almacenar información de ventas, recursos humanos, inventarios, etc.

Una base de datos es un conjunto de datos organizados mediante una estructura de almacenamiento interna de un sistema informático, que están organizados mediante una estructura diseñada para satisfacer los requisitos de información de algún usuario.

### **4.2.2 Los Sistemas De Información Geográfica**

De manera general, los Sistemas de información geográfica se componen de la combinación de datos descriptivos y espaciales que a través de métodos analíticos, hardware y software y bajo la operación de personas especializadas, permiten analizar, manipular, procesar, almacenar, generar y visualizar todo tipo de información referenciada geográficamente.

---

<sup>1</sup>MASTER MAGAZIN. Tendencias en Informática. Revista electrónica de distribución gratuita sobre informática. [en línea] [citado 20 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.mastermagazine.info/termino>>

Así pues, un SIG es un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos. El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población. Además, permiten realizar las consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valioso apoyo en la toma de decisiones.<sup>2</sup>

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) constituyen el conjunto de procedimientos diseñados para procesar la captura, recolección, administración, manipulación, transformación, análisis, modelamiento y graficación de información que tiene referencia en el espacio.

Para la Cepal<sup>3</sup> Los SIG son la mejor herramienta para lograr un análisis integral de las relaciones ambiente sociedad ya que si una imagen dice más que mil palabras, la representación de un espacio geográfico permitirá la mejor comprensión de sus componentes, así como a través de la localización, distribución, evolución y representación de zonas específicas a través de los SIG se puede realizar el manejo y análisis de gran cantidad de información de manera ágil y efectiva logrando generar indicadores, estimaciones, proyecciones y demás factores de relación.

Con la tecnología actual, la incorporación de elementos propios de los SIG puede llegar mucho más allá, y uno de los pilares más sólidos de los SIG en la actualidad es su capacidad de mostrar que existe una componente espacial susceptible de ser gestionada con la ayuda de un SIG en la práctica totalidad de contextos posibles.<sup>4</sup>

Aunque no se tenga una definición exacta debido a los variados usos y aplicabilidades que se le ha dado a los sistemas de información geográfica (SIG), se puede llegar a decir para este caso que son los sistemas al servicio del análisis geográfico donde se puede registrar digitalmente, editar, modelizar y analizar datos espaciales, y presentarlos en forma alfanumérica y gráfica

---

<sup>2</sup>CEA.Confederacion de Empresarios De Andalucía. Sistemas de información. España, 2010 [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: < <http://sig.cea.es/SIG>>

<sup>3</sup>CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Aplicación de los sistemas de información geográfica. [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl>>

<sup>4</sup>OLAYA, Víctor. Sistemas De información Geográfica Versión 1.0 Rev. 25 de noviembre de 2011.pag [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet:<[http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Introduccion\\_fundamentos.html](http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Introduccion_fundamentos.html)>

A manera de conclusión los sistemas de información geográfica resultan ser la combinación de la ciencia geográfica y la informática, lo que brinda al manejo de información georreferenciada toda la potencia de las ciencias informáticas, haciéndola mucho más útil, practica y accesible.

**4.2.2.1 Los Software para los SIG.** El software especializado para los sistemas de información geográfica en la categoría libre constituyendo una solución altamente aceptable para el tratamiento de los datos espaciales. Apoyado por instituciones gubernamentales o universidades a las que se han sumado miles de desarrolladores de todo el mundo que contribuyen con sus mejoras a la constante y satisfactoria evolución de las tecnologías geoespaciales libres como Open Jump, GvSIG y UDIG. Por su parte el desarrollo del software comercial lo encabeza ESRI con su producto ARCGIS.

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como Smartphone y equipos de escritorio.<sup>5</sup>

ARGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los sistemas de información geográfica SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información.

#### **4.2.3 Las herramientas de los sistemas de información geográfica**

Las herramientas de los sistemas de información geográfica, resultan ser el compendio de procedimientos y operaciones de manejo de los datos espaciales para lograr un fácil, rápido y ágil análisis de la misma.

---

<sup>5</sup>CENTER ESRI. Introducción A Arcgis. [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000014000000.htm>

El geoprocésamiento es una lengua, en la que los nombres son datos geográficos (como por ejemplo, entidades, tablas y rásteres) y los verbos son herramientas (como por ejemplo, copiar, recortar y unir). Como en cualquier otra lengua, existe gran cantidad de nombres y verbos necesarios para la comunicación.<sup>6</sup>

Para ESRI, las herramientas SIG, revolucionaron el manejo de mapas como capas sobrepuestas y recortes manuales que en su momento hicieron el trabajo espacial tan arduo y complicado, sustituyéndolo por métodos cada vez más sencillos prácticos y precisos lo que posiciona a las dichas herramientas en un campo de utilidad, mejora y evolución continua, entre las herramientas más utilizadas por los SIG pueden mencionarse:

Superposición y proximidad: Los primeros dos conjuntos de herramientas más habituales responden a dos de las preguntas más básicas de geografía: ¿Qué es lo está situado encima de algo? y ¿Qué es lo que hay cerca?

Superficies: Los fenómenos geográficos no están limitados a puntos, líneas y polígonos discretos, sino que también incluyen datos, como la elevación, la pendiente, las precipitaciones y la temperatura, que varían continuamente a lo largo y ancho de la superficie de la Tierra (u otro planeta u objeto en estudio). A estos datos continuos se les conoce como "superficie" y son modelados con rásteres y TIN.

Estadísticas espaciales y no espaciales: Uno de los axiomas de la geografía reside en que las cosas que se encuentren juntas serán más parecidas que las cosas que se encuentren más alejadas. Este axioma compone la base de las poderosas herramientas de estadística espacial que permiten descubrir y caracterizar patrones geográficos.

Administración de tablas: ArcGIS almacena datos en tablas fácilmente accesibles, y la mayoría de flujos de trabajo conlleva algún tipo de administración de tablas, como por ejemplo, agregar o borrar campos, crear relaciones entre las tablas o crear entidades a partir de columnas que contengan coordenadas

Selección y extracción: Los datasets SIG a menudo contienen muchos más datos de los necesarios, y un conjunto común de tareas sirve para reducir o extraer datos de datasets de mayor tamaño y complejidad.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup>CENTER ESRI. Introducción a las herramientas SIG más habituales [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//018p00000002000000>

<sup>7</sup>Ibíd. pág. 3

#### 4.2.4 El análisis espacial

Un análisis puede entenderse como la observación detallada de un fenómeno en este caso geográfico en donde se busca resaltar y definir todas sus características y la relación consigo mismas y su entorno. Para la geografía siempre ha importado el espacio, sus componentes y las relaciones entre estos, por ello se han desarrollado múltiples conceptos como el lugar, región, territorio, paisaje etc. cuya finalidad ha sido comprender la naturaleza del espacio, identificando las particularidades de cada uno, para llevar a cabo dicho estudio se ha precisado el uso de herramientas de análisis de corte cuantitativo, cualitativo y gráfico.

Análisis espacial puede definirse como un momento dentro del proceso investigativo en el que se conjugan una serie de técnicas que buscan separar, procesar y clasificar los datos, para contribuir a la búsqueda de respuestas de un problema mayor. Implica descubrir las particularidades de un fenómeno para definir su participación dentro de la globalidad. Está en manos del investigador la elección de las herramientas a utilizar, para posteriormente encontrar en sus resultados las relaciones adecuadas para llegar a una visión integral<sup>8</sup>

Según Madrid y Ortiz,<sup>9</sup> los SIG tienden a pensarse como sinónimos del análisis espacial, aunque no deban considerarse como tal ya que estos son solo herramientas con la que las que se pueden llevar a cabo ciertos procedimientos para lograr un análisis y quien lo hace realmente es el personal experto.

Sobre el espacio geográfico pueden confluír diversos fenómenos y elementos que si bien puede parecer independientes unos de otros, van a terminar relacionándose, dichos fenómenos y elementos se pueden manifestar como simples datos que a simple percepción no resultan de mucha ayuda para entender un espacio es allí donde el análisis espacial hace el uso de herramientas para poder convertir a los datos en información espacial que puede ser representada, observada, medida, calculada, promediada etc.

#### 4.2.5 La accidentalidad vial

Un accidente de tránsito es el evento adverso, que por naturaleza influye en el normal tránsito de peatones, conductores y pasajeros en una vía pública, caso común de pérdidas materiales pero convirtiéndose en fatal si se habla de pérdida de vidas humanas. En el Código Nacional de Tránsito Terrestre se define un accidente como:

---

<sup>8</sup>MADRID, A. & ORTÍZ, L. Análisis Espacial [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf> pag1>

<sup>9</sup>Ibíd. pág. 6

“Accidente de tránsito: Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho”<sup>10</sup>.

Los accidentes de tránsito han sido considerados como eventos fortuitos, imprevistos e impredecibles, sobre los cuales no existe ningún control, hecho discutible anteponiendo el análisis espacial, se afirmó en algún momento que son hechos, sucesos o acontecimiento inesperados, se suponía al destino como el factor determinante de un accidente vial lo cual, ha sido ampliamente criticado por estimar la ocurrencia de accidentes como un suceso que no se puede prevenir, el cual dependería más de la suerte que de las decisiones responsables de los conductores y peatones.

Refiriéndonos específicamente a los accidentes de tránsito o también llamados de circulación, entendidos estos como los que ocurren en una vía y que involucre al menos un vehículo, Un accidente es definido de manera general como un suceso eventual que altera el orden regular de las cosas, en este caso sería la alteración del orden normal en el tránsito y circulación peatonal y vehicular en un lugar determinado.

“suceso eventual que altera el orden regular de las cosas”, podríamos convenir que la “accidentalidad vial” no corresponde a este caso, debido sobre todo a dos hechos centrales: a las condiciones en las que se produce (causalidad) y a la periodicidad de ocurrencia de la misma (recurrencia). En tanto no son accidentes, lo más correcto sería tratarlos como parte de la violencia urbana y de la inseguridad en el ámbito específico de la transportación; es decir, que hay un tipo particular de violencia urbana que está vinculada al transporte. Por otro lado, la accidentalidad lo que hace es buscar “chivos expiatorios” (generalmente los conductores) para esconder los actores directos y la lógica profunda que este tipo particular de violencia tiene, presentándola como si fuera producto de la casualidad.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup>COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el código nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.:2002 p 17.

<sup>11</sup>CARRION, Fernando. ¿Accidentalidad vial o violencia urbana? Ciudad segura programa estudios de la ciudad. Ecuador 2008. [en línea] [citado 20 abril 2015]. Disponible en internet: <[http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1234&context=fernando\\_carrion](http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1234&context=fernando_carrion)>

Si se toma en cuenta la periodicidad y causas de la accidentalidad se puede llegar a la conclusión de que no pueden ser simples sucesos casuales e independientes de otras variables como la cultura ciudadana, el conocimiento de las directrices de tránsito, el estado de las vías, la señalización, el control de las autoridades, lugar hora, fecha y muchos otros factores que de una u otra manera influyen en el comportamiento del conductor y peatón. Los accidentes de tránsito pueden considerarse como sucesos prevenibles y predecibles si se toman en cuenta los estudios de las características de distribución muy al contrario de la antigua consideración de ser sucesos imprevistos e inevitables.

**4.2.5.1 Accidente con víctimas**, categoría asignada a la consecuencia del mismo resultando al menos una persona herida o fallecida. Cabe destacar que en esta definición, un suicidio o intento de suicidio no se considera un accidente, sino un incidente provocado por un acto deliberado para dañarse a sí mismo. Sin embargo, si un suicidio o intento de suicidio implica herir a otro usuario de la carretera, entonces este incidente se considera un accidente con víctimas. Se excluyen los actos terroristas pudiendo ser mortal cualquier accidente con víctimas en el que una persona resulte fallecida y no mortal cualquier accidente con víctimas que no sea un accidente mortal entendiéndose víctima como la persona fallecida o herida como resultado de un accidente con víctimas.

**4.2.5.1.1 Víctima Fallecida:** se considera como fallecida a la persona cuyo deceso ocurre inmediatamente o dentro de los 30 días como resultado de un accidente con víctimas, excluyendo los suicidios. Esta definición está consensuada internacionalmente. No se considera una persona fallecida por accidente con víctimas si la autoridad competente declara que la causa de la muerte es un suicidio, es decir un acto deliberado para dañarse a sí mismo alcanzando la muerte. En el caso de los países que no aplica el límite de 30 días, los coeficientes de conversión se estiman para que las comparaciones en base a la definición de fallecidos a 30 días se pueda realizar.

**4.2.5.1.2 Víctima Herida:** Una persona que como consecuencia del accidente con víctimas no muere en el acto o dentro de los 30 días, pero tiene heridas que generalmente requieren tratamiento médico, excluyendo el intento de suicidio. Las personas con heridas más leves, como cortes menores y hematomas generalmente no se registran como heridas. Una persona herida se excluye si la autoridad competente declara que la causa de la lesión es un intento de suicidio por esa misma persona, es decir un acto deliberado para dañarse a sí mismo, no llegando a provocar su muerte, por su parte un herido graves es la persona herida que ha sido hospitalizada por un periodo superior a 24 horas y un herido leve es la persona herida excluyendo a los fallecidos y heridos graves, las personas con heridas más leves, como cortes menores y hematomas generalmente no se registran como heridas.

**4.2.5.2 Implicados en un accidente con víctimas:** son las personas que de una forma u otra se encuentran en la zona del siniestro tomando parte activa en él, en un accidente de tránsito debe existir de manera imperativa el conductor involucrado que es quien conduce un vehículo de carretera en el momento del accidente, el Pasajero que es una persona implicada en un accidente con víctimas, que no es el conductor, y que estaba dentro o encima de un vehículo de carretera o entrando o subiendo al vehículo de carretera y por último el peatón que es la persona implicada en un accidente con víctimas, que no es el conductor ni el pasajero como tal, Incluyendo a los ocupantes o personas que empujan un carrito de bebé, una silla de ruedas o cualquier otro vehículo pequeño no motorizado. También se incluyen a las personas empujando una bici, patines, monopatín, esquíes, o utilizando elementos similares. Cabe aclarar que se toma en cuenta al momento de registrar un accidente también el estado de embriaguez que pueden presentar las personas involucradas.

**4.2.5.3 Tipos de Accidentes** es la categorización que se hace de como ocurrió el accidente, la descripción puntual de los elementos involucrados por ejemplo un vehículo de carretera y un peatón un accidente con víctimas que implica uno o más vehículos de carretera y uno o más peatones. Incluye los accidentes con peatones independientemente de que se vean involucrados al principio o en la última fase del accidente y de si el peatón haya resultado herido o fallecido dentro o fuera de la vía. Accidente de un solo vehículo se considera cualquier accidente con víctimas en el que solamente hay implicado un vehículo de carretera. Se incluyen los accidentes de vehículos que intentan evitar una colisión, se salen de la vía, o accidentes provocados por una colisión con un elemento o animal en la carretera, se excluyen las colisiones con peatones y vehículos aparcados. También se encuentran los accidentes con varios vehículos implicados, cualquier accidente con dos o más vehículos de carretera implicados incluye las colisiones en cualquier dirección donde el elemento principal para clasificar los accidentes entre vehículos es la primera colisión en la vía o el primer impacto mecánico sobre el vehículo.

### **4.3 MARCO LEGAL**

**Constitución Política de Colombia de 1991**<sup>12</sup>, En la carta magna se encuentran lineamientos conceptuales y metodológicos referentes a la planificación territorial, principalmente urbana; en su artículo 2, se enuncia que el Estado servirá a la comunidad promoviendo la prosperidad y garantizará la efectividad del cumplimiento de derechos y deberes estipulados en la Constitución para facilitar la toma de decisiones en todos los aspectos del ser humano como son: político, social, económico, administrativo y cultural, obligación del estado de velar porque

---

<sup>12</sup> COLOMBIA. Presidencia de la República. Constitución Política de Colombia (4, julio, 1991) Constitución Política de Colombia. Bogotá: Temis, S.A, 1991. Artículo II. p.13.

ante todo se valore el territorio como expresión de las formas de vida de sus comunidades.

**Ley 769 de 2002**<sup>13</sup> por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Artículo 7°. Cumplimiento Régimen Normativo. Las autoridades de tránsito velarán por la seguridad de las personas y las cosas en la vía pública y privadas abiertas al público. Sus funciones serán de carácter regulatorio y sancionatorio y sus acciones deben ser orientadas a la prevención y la asistencia técnica y humana a los usuarios de las vías.

**La Ley 1712 de 2014**<sup>14</sup> es la ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional en ella se ratifican los principios de la gestión documental y la necesidad que tienen las entidades del Estado y los nuevos sujetos obligados, de contar con información confiable y oportuna, fortalecer los esquemas de publicación de información, crear y mantener actualizado el registro de activos de información para uso y disposición del público.

Artículo 3 Principio de transparencia. Principio conforme al cual toda la información en poder de los sujetos obligados definidos en esta ley se presume pública, en consecuencia de lo cual dichos sujetos están en el deber de proporcionar y facilitar el acceso a la misma en los términos más amplios posibles y a través de los medios y procedimientos que al efecto establezca la ley, excluyendo solo aquello que esté sujeto a las excepciones constitucionales y legales y bajo el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta ley.<sup>15</sup>

Gracias a la promulgación de esta ley es deber de toda entidad pública suministrar información actualizada a la comunidad, lo cual representa un gran avance al momento de hacer útil una información especialmente para fines académicos y porque no útiles también para la entidad.

---

<sup>13</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Op. cit., p. 7.

<sup>14</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1712. (06, marzo, 2014). Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.:2014

<sup>15</sup> Ibid.,p.1

## 5. METODOLOGÍA

Este trabajo se inscribe bajo la modalidad diplomado, método de investigación empírico analítico y tipo de investigación cuantitativa, línea de investigación sistemas de información geográfica, al ser un trabajo aplicado y técnico, las herramientas que se utilizaron fueron de tipo técnico definidas como instrumentos de tipo gráfico, cuantitativo y cualitativo, cuyo uso involucró una serie de procedimientos con los que se hizo más fácil de explicar y visualizar el fenómeno de la accidentalidad, de manera general para todas las fases se utilizó la técnica de investigación documental bibliográfica magnética ya se trabajó especialmente con fuentes digitales, entre las herramientas utilizadas están las que se encuentran en programas informáticos como EXCEL, ACCES, ARCGIS, GOOGLE EARTH y GOOGLE MAPS.

**5.1 FASE 1:** Consolidación de la información necesaria para la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.

**Procedimiento:** Adquisición y depuración de la información sobre Accidentalidad de tránsito en el municipio de san Juan de Pasto, durante el año 2014, se hizo el trámite correspondiente para acceder a los datos del último año amparándose en la ley de transparencia para acceder a la información pública, en la Secretaria de Tránsito y Transporte Municipal de la ciudad de san Juan Pasto (STTM), por su parte de información del P.O.T. del municipio de Pasto se obtuvo la información concerniente a barrios, comunas y vías de la ciudad. Una vez organizada la información se procedió a estructurar la base de datos para trabajarse en ARCMAP.

**Técnicas y herramientas utilizadas:** análisis de información alfanumérica en el programa EXCEL, incorporación de información alfanumérica en la base espacial por medio de herramientas de los programas informáticos GOOGLE EARTH y GOOGLE MAPS.

**Resultados:** base de datos alfanumérica organizada con direcciones y características de los accidentes de tránsito en formato EXCEL, localización en ARCGIS de los puntos de localización X-Y de los de accidentes de tránsito, así mismo de las capas de barrios, comunas y vías.

**Actividades:** se depuro la información, corrigiendo las inconsistencias en la base de datos en formato Excel, estandarizando los valores encontrados especialmente en direcciones, se eliminaron campos repetidos y vacíos. La Información de Barrios, Comunas y malla vial, se obtuvo luego de importar la información encontrada en el Plan de Ordenamiento del municipio de Pasto (POT) del municipio de Pasto, de formato DWG de AUTOCAD a formato de archivo SHP, archivos leíbles en ARCGIS. Por su parte la Incorporación de los puntos de

localización de los accidentes de tránsito se hizo tomando como referencia la dirección asignada en la base de datos de EXCEL, dicha dirección se localizó, con la ayuda de GOOGLE EARTH, o con la ayuda de la nomenclatura vial con lo cual cada dirección una coordenada XY.

El archivo facilitado por la SMTT fue una tabla en formato Excel donde se registraron un total 1973 casos de accidentes vehiculares en el municipio de Pasto en los cuales se registra en su orden gravedad, dirección, fecha, hora, clase de accidente, víctima, genero, estado de embriaguez, tipo de vehículo, servicio y observación.

Una vez adquiridos se procedió al respectivo tratamiento de los datos, se encontraron 13 registros sin dirección, los cuales fueron descartados inicialmente, al momento de depurar la información se tuvo en cuenta la existencia y claridad de las direcciones de los siniestros ya que este dato sería el que permitió enlazar la información de la tabla a la base espacial.

**Figura 1. Tabla de datos entregada por la SMTT.**

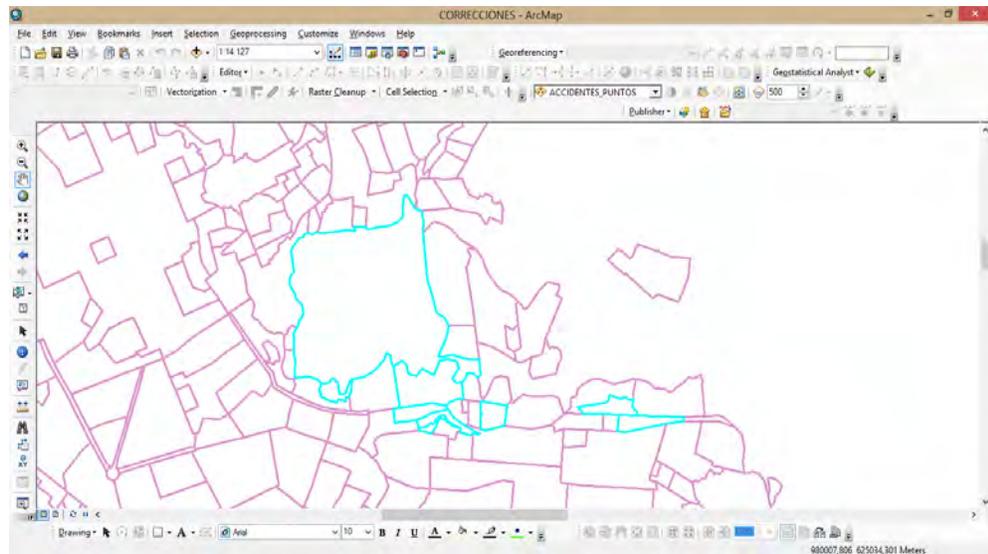
Fuente: Secretaria Municipal de Tránsito y Transito (SMTT)

GRAVEDAD	FECHA	HORA	CLASE DE ACCIDENTE	SEXO	VICTIMA	ESTADO DE EMBRIAGUEZ																					
MU HER DAÑ	DIRECCIÓN	CH	QU	OP	EL	AM	IC	EN	TR	M	F	HER	MUJ	P	N	GRADO	AUTO	BUS	BISE	CAM	CAMTA	CAMP	MICRO	TRAC	VOLU	M	
1	01/01/2014	3:16	1													1											
1	01/01/2014	0:40	1													1											
1	01/01/2014	6:35	1													1											
1	01/01/2014	11:42	1										1			1											
1	01/01/2014	13:50	1											1		1											
1	01/01/2014	20:01	1													1											
1	02/01/2014	7:33	1													1											
1	02/01/2014	9:56	1													1											
1	02/01/2014	22:15	1													1											
1	02/01/2014	23:00	1													1											
1	02/01/2014	20:10	1													1											
1	02/01/2014	21:25	1													1											
1	03/01/2014	16:11	1													1											
1	04/01/2014	14:02	1													1											
1	04/01/2014	15:45	1													1											
1	04/01/2014	19:00	1													1											
1	05/01/2014	14:15	1											1		1											
1	06/01/2014	10:16	1													1											
1	06/01/2014	12:45	1													1											

La cartografía recopilada del P.O.T. del municipio de Pasto no cumplía con los estándares requeridos por lo que fue necesario realizar control topológico ya que los polígonos presentaban errores de sobreposición y ausencia de información.

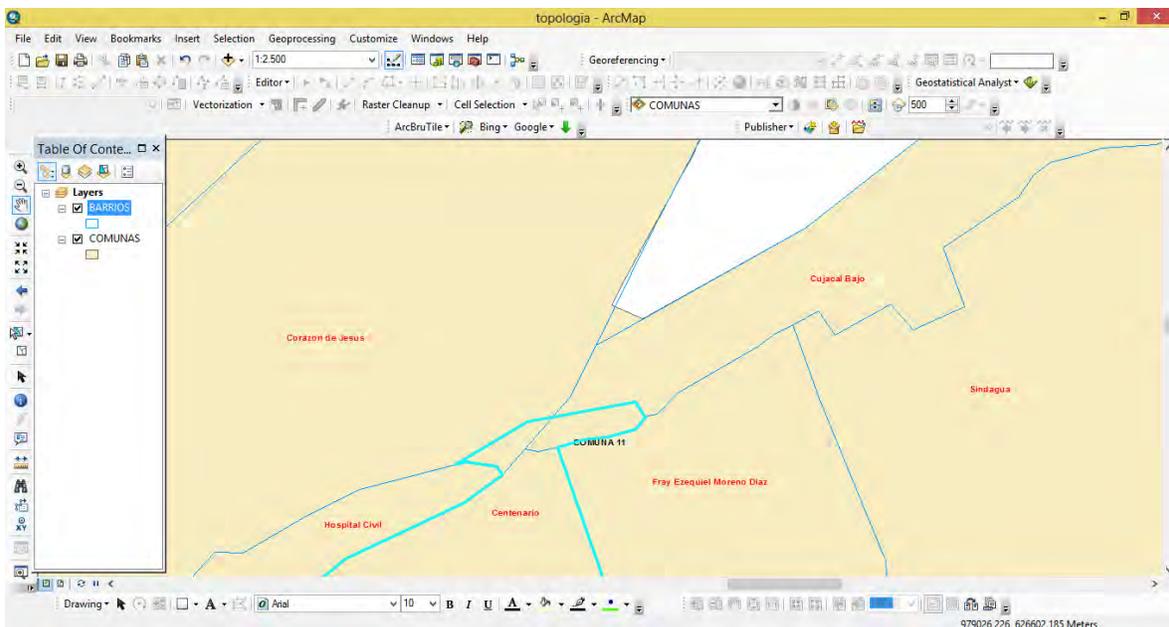
### Figura 2. Identificación de polígonos con inconsistencias.

Fuente: este estudio.



### Figura 3. Identificación de polígonos inconsistentes.

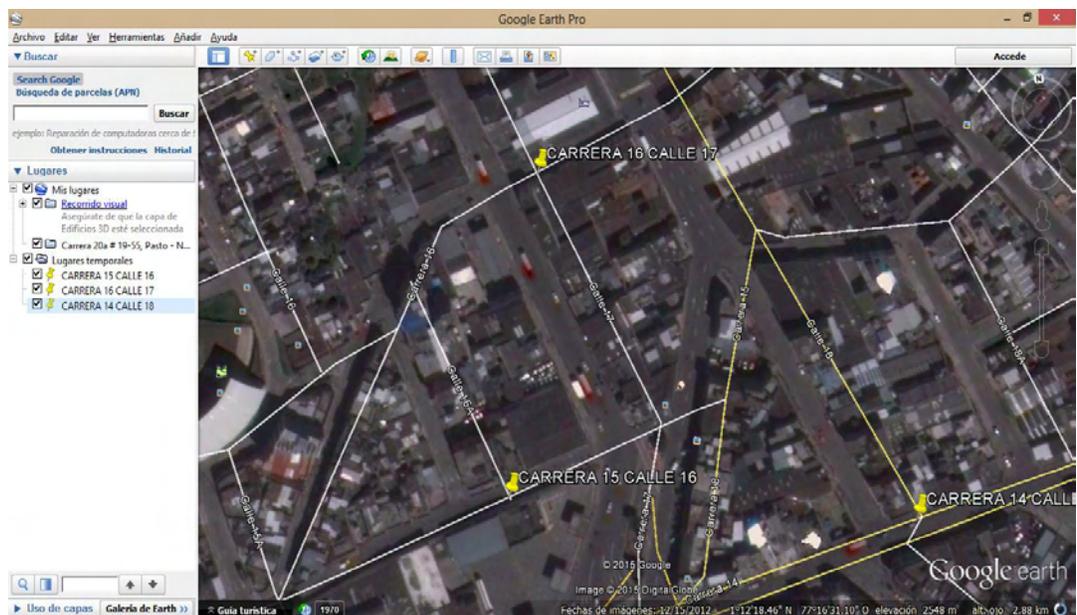
Fuente: este estudio.



Se ubicó algunas dirección con el buscador de GOOGLE EARTH PRO, el cual permite una búsqueda ágil, aunque aproximada, para confirmar dicha dirección también se contrapuso con la información vial, una vez identificada la dirección se procedió a ubicar un punto de localización dado en el programa a este punto se le asigno como nombre la dirección buscada, luego se lo guardo como archivo extensión *Kmz* el cual posteriormente se transforma a *Kml* para poder visualizarlo en ARCMAP.

**Figura 4. Localización de las direcciones en GOGLE EARTH PRO.**

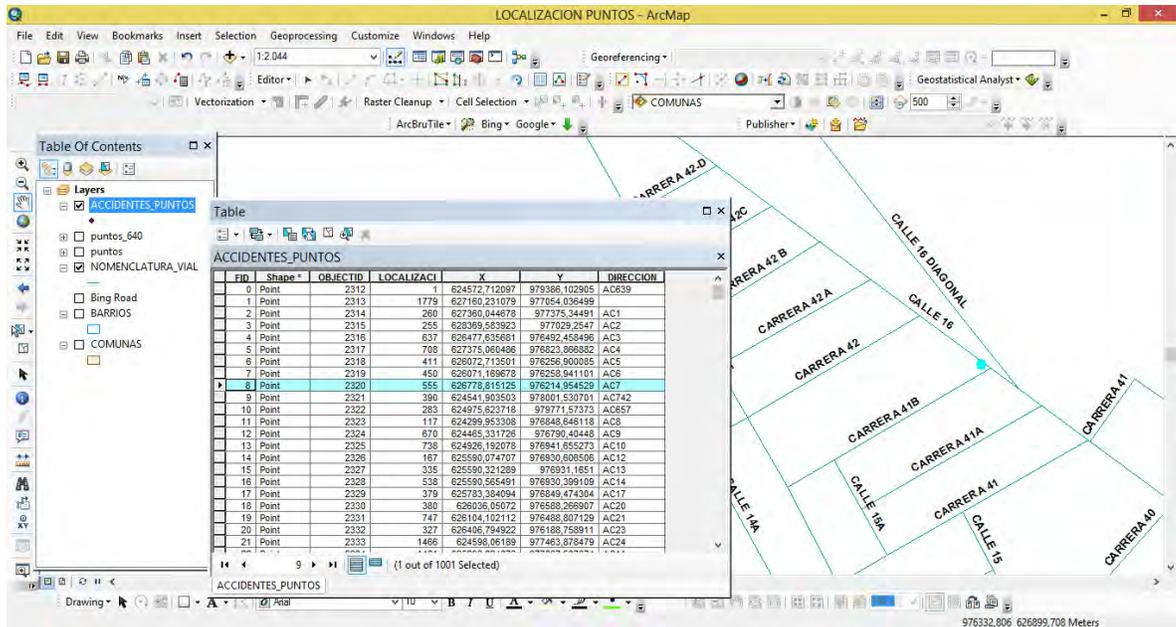
Fuente: este estudio.



Algunas direcciones se localizaron directamente en la base de información consolidada en ARCGIS, apoyándose en la nomenclatura vial existente y con la visualización de GOOGLE MAPS.

## Figura 5. Localización de las direcciones en ARCMAP.

Fuente: este estudio



**5.2 FASE 2** Estructuración de la base de datos espacial de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.

**Procedimiento:** se diseñó el modelo entidad relación y se normalizó la Base de Datos, asignándole un identificador para cada variable que permitió relacionar la información y posteriormente visualizarla en ARCGIS.

**Técnicas y herramientas utilizadas:** conexión entre la base alfanumérica y espacial a través de herramientas de los programas informáticos ACCES, y ARCMAP.

**Resultados:** base de datos especializada, con la localización del accidente, el tipo de accidente, responsable, servicio, vehículo y víctima.

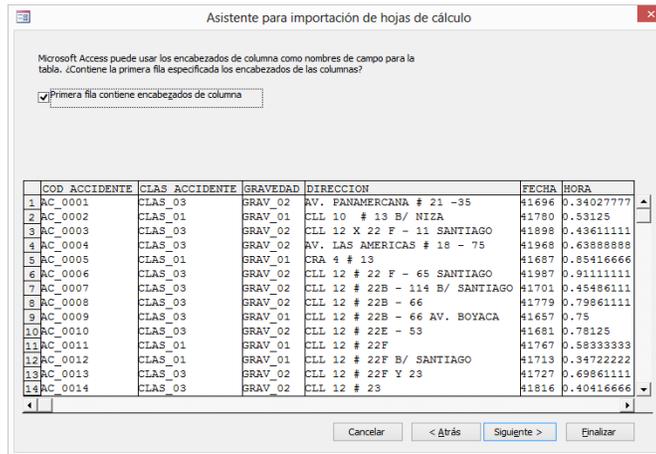
**Actividades:** se incorporó la información en formato EXCEL a formato ACCES con el fin de establecer relaciones entre entidades asignando llaves principales para que sean el código de enlace entre las mismas. Una vez establecidas las relaciones se

Procedió a hacer las consultas en la base de datos para poder filtrar solamente la información requerida, seguidamente la base de datos en formato

Cuando ya se tiene listas las tablas en Excel se procede a importarlas a un gestor de base de datos en este caso Acces, se configura las opciones necesarias para que la información conserve su integridad, y se conserve el orden de entrada de los datos. Acces permite tener una definición de objetos que muestra la composición el diseño y las relaciones de la tabla con sus cardinalidades en un archivo de texto que puede ser exportado

**Figura 6. Validación datos en ACCES.**

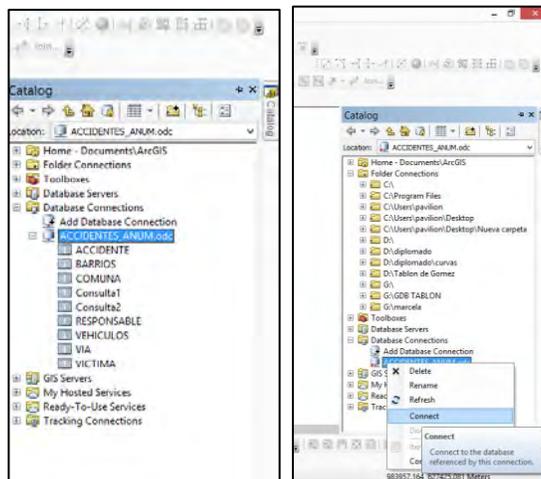
Fuente: este estudio.



En la normalización de la base de datos se relacionó el identificador de cada punto de localización con un código único que posteriormente permita hacer relaciones entre las diferentes tablas, de esta manera además se simplificó y evitó la redundancia o duplicidad de datos.

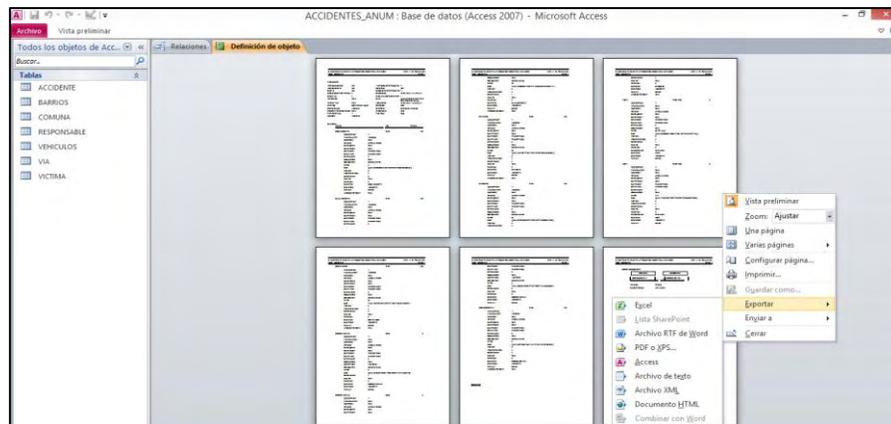
**Figura 7. Conexión base de datos**

Fuente: Este estudio



ACCES se conectó con ARCGIS, donde a través de la herramienta *Join* se pudo consolidar en una sola tabla la localización de los puntos con la información de las características del accidente contenida inicialmente en el documento facilitado por la SMTT.

**Figura 8. Relación de las entidades que se establecerá en la base**



Fuente: Este estudio.

**5.3 FASE 3** Establecimiento del patrón de comportamiento de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto, que facilite el estudio de este fenómeno

**Procedimiento:** el desarrollo de este trabajo tuvo como soporte el software ARGIS 10.2, con ayuda de las herramientas SIG, para hacer análisis espacial, basado en los datos suministrado por la SMTT, se obtuvo la Identificación en la base espacial de los sitios de ocurrencia con mayor accidentalidad en la ciudad, así mismo su relación con otras variables.

**Técnicas y herramientas utilizadas:** Para analizar de una manera adecuada los patrones que se pueden dar en la distribución espacial de los accidentes de tránsito se creó un mapa de densidad con el método *Kernel*, que muestra posibles zonas de concentración de alta ocurrencia de siniestro, también se utilizó el Índice de *Moran* para establecer la autocorrelación espacial, es decir la relación entre los valores de una variable atribuible a la forma en la que los puntos de muestreo de los accidentes de tránsito estén localizados en el espacio.

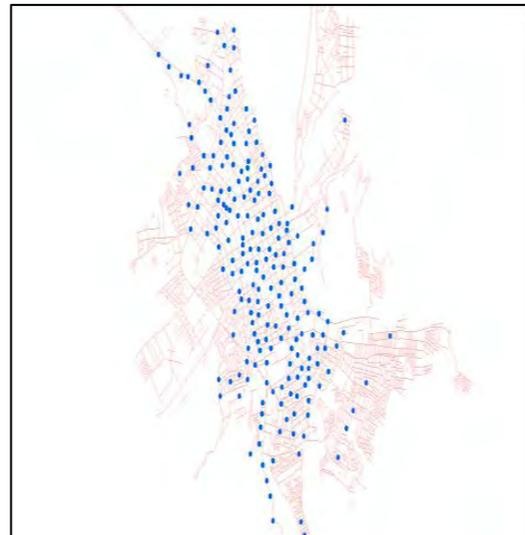
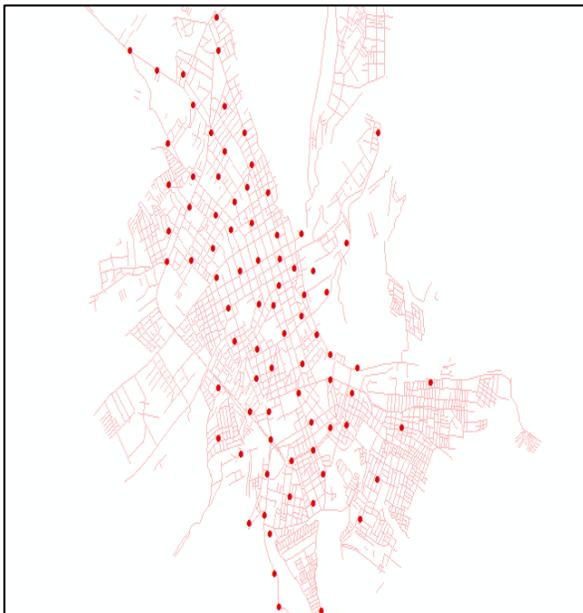
Por otra parte se utilizó un método geoestadístico, como *kriging*, que está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos, para complementar la información sobre accidentalidad también se calcularon datos estadísticos simples.

**Resultados:** mapa de densidad de *Kernel*, mapa de autocorrelacion espacial con el método *Morans*, mapa de interpolacion *kriking*, estadística de eventos.

**Actividades:** Identificación mediante la información ponderada sobre donde se encuentran los puntos de mayor accidentalidad en relación con otros puntos de accidentalidad, estableciendo mediante análisis espacial del índice de densidad de la accidentalidad por comuna y características de cada siniestro.

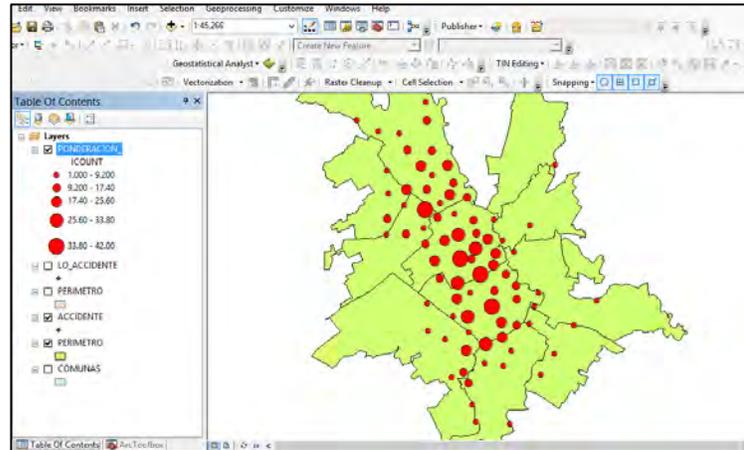
Para poder hacer un manejo adecuado de las herramientas de análisis fue necesario hacer un filtro de los datos con la herramienta *Integridad* perteneciente a la caja de herramientas de ARCMAP, para encontrar puntos idénticas o coincidentes de acuerdo a la cercanía con otros puntos dentro de una tolerancia X, Y específica.

**Figura 10. Comparación puntos integrados (rojos) y normales (azules).**



Fuente: este Estudio

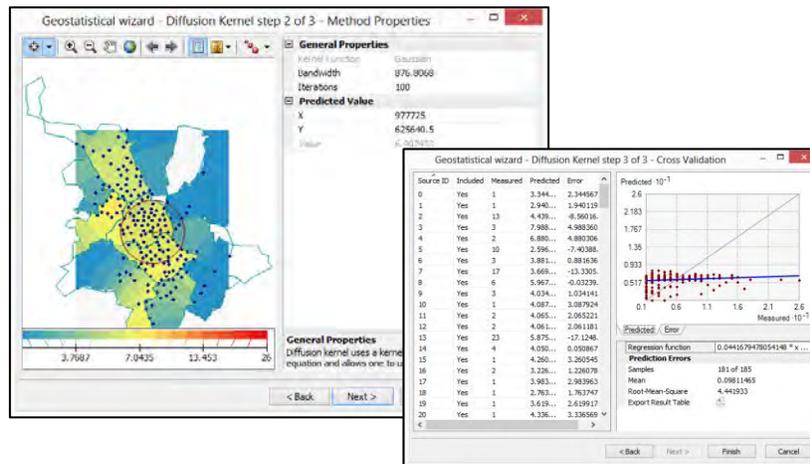
La Integración de los datos, busca una simplificación del volumen de datos que nos sea aleatoriamente sino de acuerdo a la proximidad en el ejemplo anterior se conservaron solo 88 puntos de un total de 1000. Ya teniendo los datos filtrados con el proceso de integridad se procedió a hacer una ponderación de los datos se utilizó el método geostatístico de densidad de *Kernel*.



Fuente: Este estudio.

Se tomó en cuenta el polígono que limita el área urbana del municipio de Pasto, para realizar la correlación de variables, conformado por las comunas, donde se estableció mediante análisis de densidad cual dentro el perímetro urbano del municipio de Pasto sería el sector con alta ocurrencia de accidentabilidad.

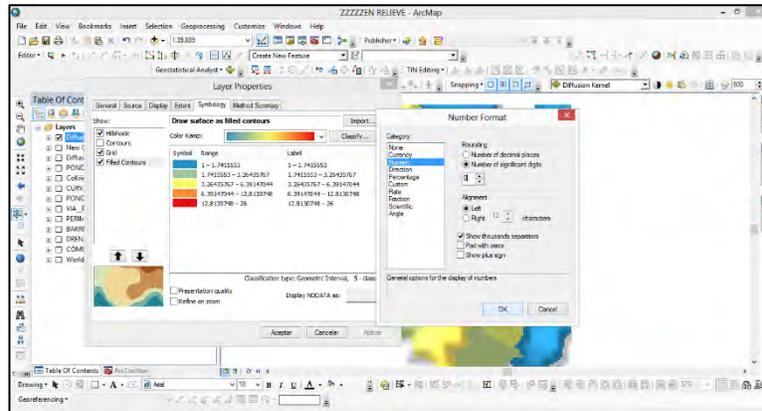
**Figura 11. Densidad**



Fuente: Este estudio.

Gracias a las herramientas de análisis espacial se pudo visualizar los puntos o tramos de mayor accidentalidad en la ciudad, su agrupación, dispersión o densidad, la correlación de las variables de accidentes localizados dentro del perímetro área de estudio permitió establecer las áreas con mayor densidad de accidentes donde se pudieron establecer 5 rangos para mejorar la visualización.

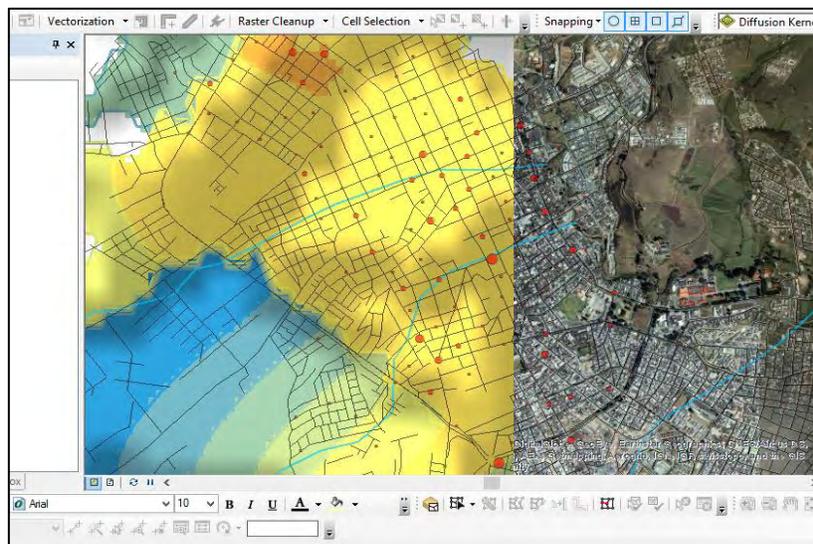
**Figura 12. Rangos de visualización**



Fuente: Este estudio.

Con los índices estadísticos se pueden identificar áreas donde los puntos tienden a comportarse de una manera similar, Se tiene en cuenta la ponderación de los datos originales como correlación para realizar una clasificación que permita determinar la probabilidad de ocurrencia de accidentes en sectores determinados o en un específico

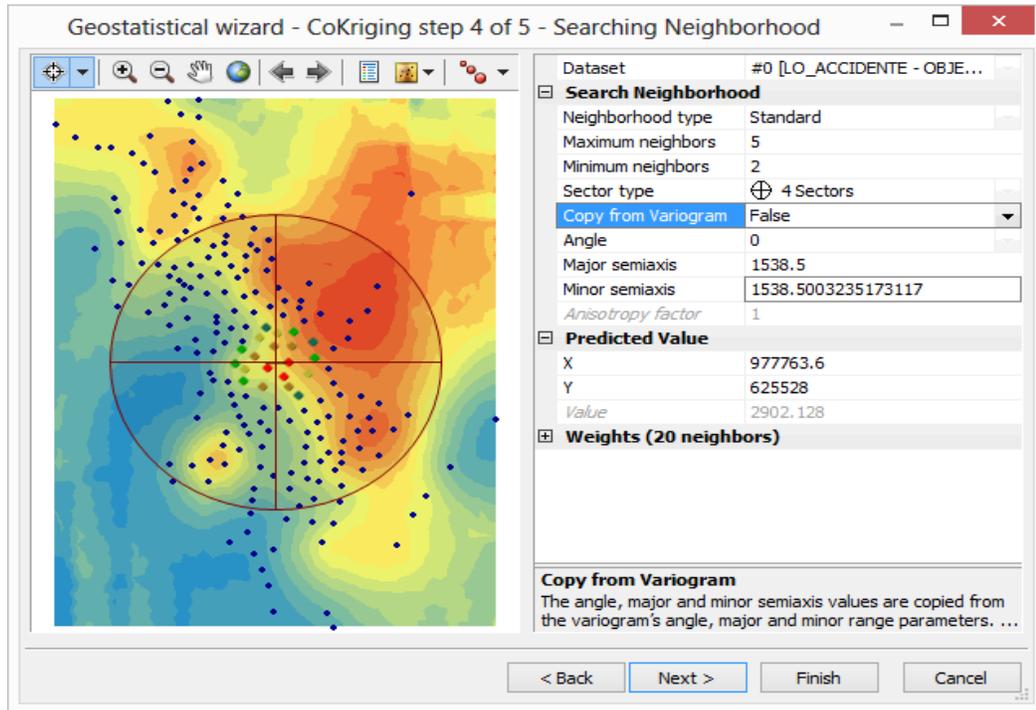
**Figura13. Sectorización de la ciudad por ocurrencia de accidentes**



Fuente: este estudio

La autocorrelación, es decir las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Tiene la capacidad de producir una superficie de predicción de acuerdo al comportamiento de un fenómeno.

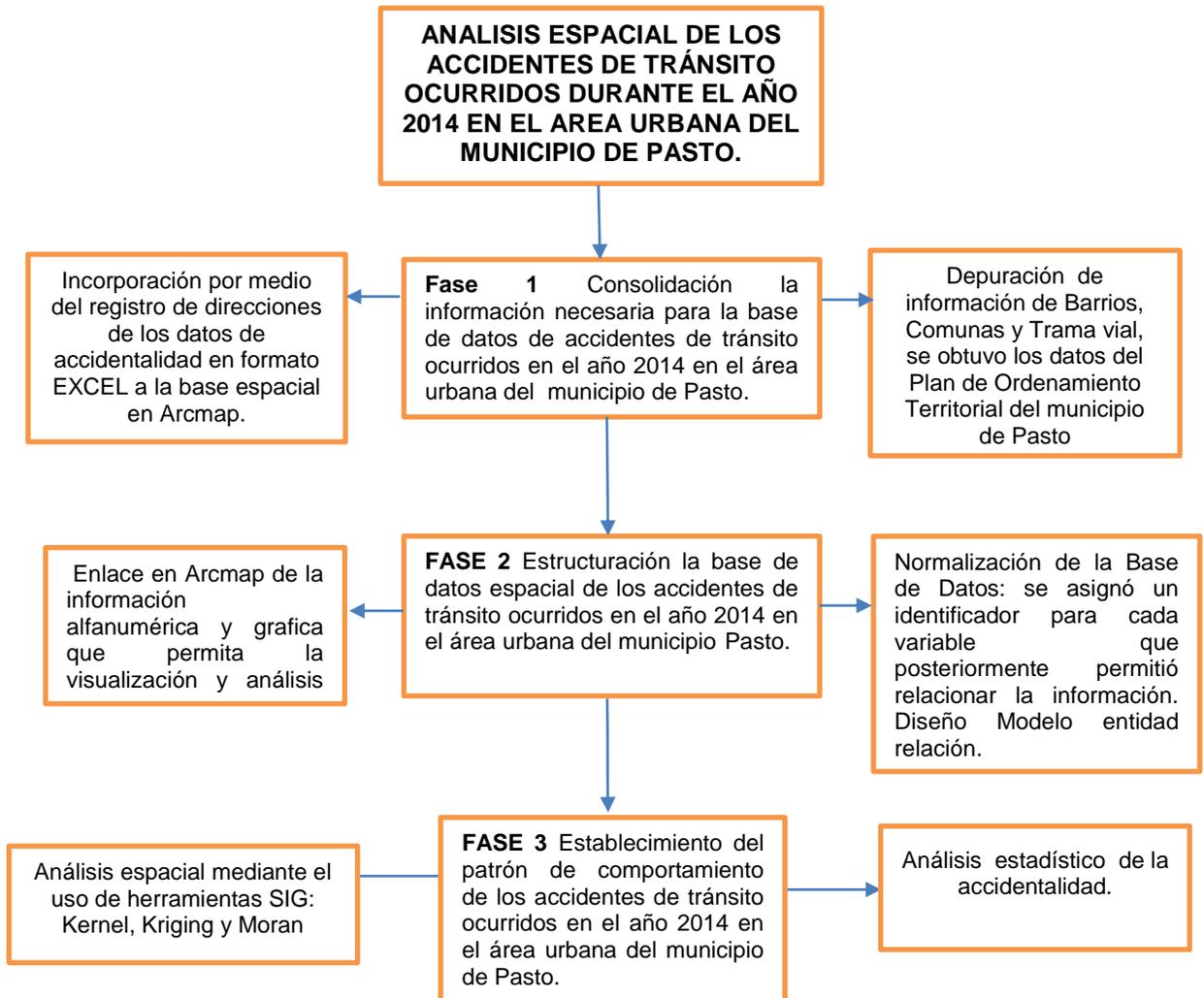
**Figura 14. Relación de localización de la accidentalidad**



Fuente: este estudio

## 5.4 ESQUEMA METODOLÓGICO

Figura 15. Esquema metodológico



Fuente: Este estudio

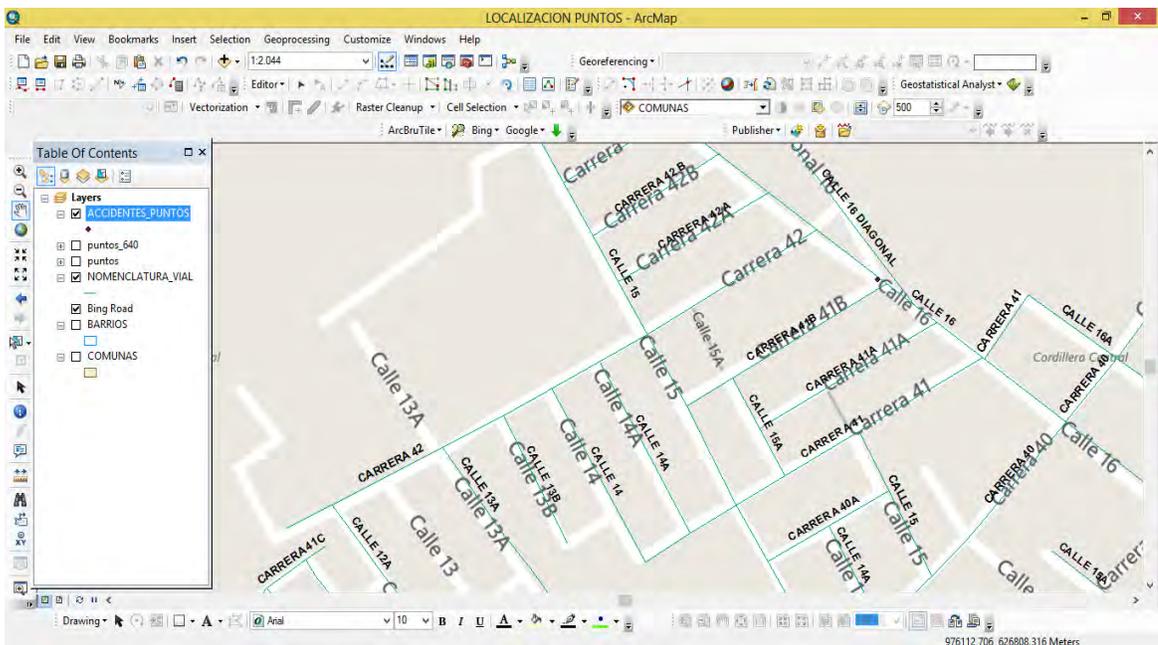
## 6. RESULTADOS

6.1 Información para la base de datos de accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto.

La información vial fue complementada gracias a la información obtenida de GOOGLE EARTH, al contraponer esta información con la obtenida del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pasto (P.O.T), se logró identificar nomenclaturas faltantes.

En la figura 16 se puede observar que la nomenclatura vial coincide con que se encuentra en el programa GOOGLE MAPS lo que permitió ubicar de manera más acertada una dirección, se tomaron como principal referencia las vías que atraviesan la ciudad desde la calle 12 o avenida Boyacá hasta la calle 19 en sentido oeste-este y la carrera 9 hasta la antigua panamericana en sentido sur-norte desde las que se partió a ubicar los puntos de accidentalidad en toda el área urbana del municipio de Pasto.

**Figura 16. Nomenclatura vial**



Fuente: Este estudio

La información obtenida del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pasto (P.O.T), referente a comunas y barrios se compone de los polígonos de ubicación con su respectivo nombre, se encontraron 381 barrios y 12 comunas. La información de barrios y comunas se utilizó inicialmente para la localización de los accidentes y posteriormente para lograr definir un patrón del comportamiento de la accidentalidad, la posibilidad de ubicar un accidente en una vía, barrio o comuna es la que al final permite correlacionar las variables y hacer un análisis.

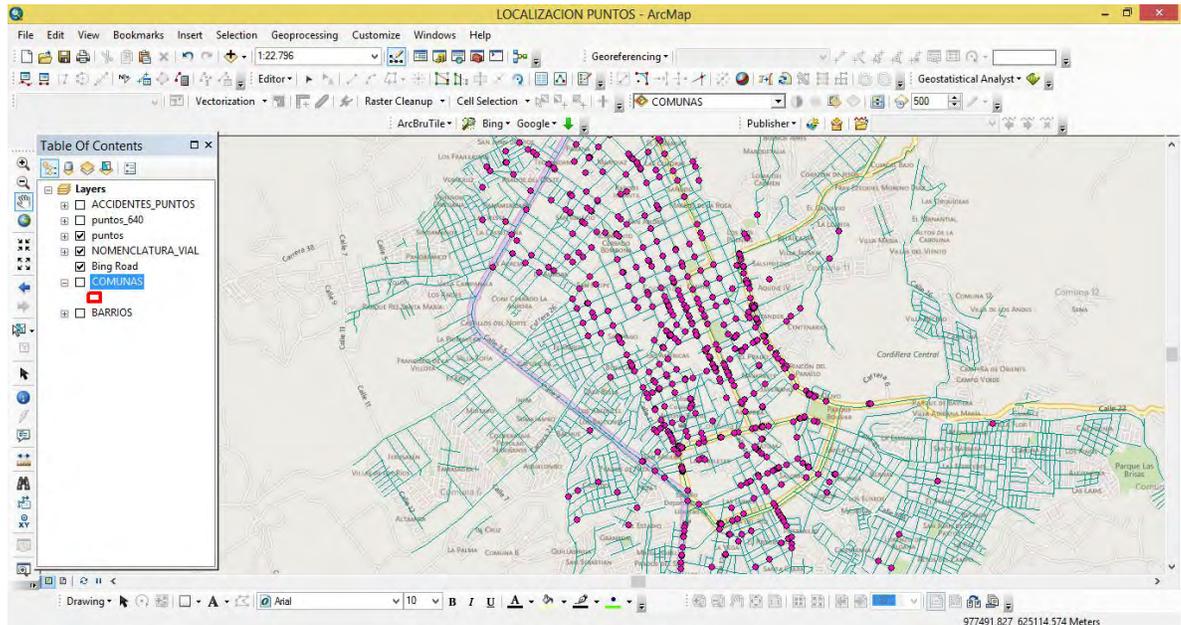
**Figura 17. Barrios y comunas de la ciudad de San Juan de Pasto.**



Fuente: POT municipio de Pasto.

Se eligió una muestra representativa de accidentes para ubicarlos en la base espacial contabilizando 1000 puntos ubicados con coordenadas XY, a cuyo descripción en la tabla Excel se le adiciono un ID de localización que permita identificarlo y relacionarlo en la base espacial. La localización en la base espacial se hizo teniendo como referencia la nomenclatura vial consultada en GOOGLE EARTH PRO y GOOGLE MAPS.

**Figura 18. Accidentes localizados en el área urbana del municipio de Pasto**



Fuente: Este estudio

La distribución de los accidentes en la base espacial fue un proceso complejo si se tiene en cuenta que fue necesario ubicar uno a uno la totalidad de los puntos analizados teniendo como única referencia la dirección registrada en el documento facilitado por la SMTT, datos que en algunos casos presentan direcciones incompletas o no precisas, gracias a la búsqueda por dirección en el programa GOOGLE MAPS se facilitó la localización de algunas direcciones, el resto de puntos se localizaron siguiendo la nomenclatura vial, para lo cual fue necesario organizar la información de las direcciones por calles y carreras que permitió una localización más cómoda por la cercanía en la ubicación de los puntos.

## **6.2 base de datos espacial de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto**

El proceso de incorporación de los datos en formato EXCEL a formato ACCES requiere de una depuración donde se estandarice los datos, como por ejemplo la direcciones de los siniestros estén identificadas en casillas diferentes por nombre de calle y número así mismo accidente, tipo de accidente, vehículo, servicio, víctima y responsable.

**Figura 19. Estandarización de tablas de datos.**

ID	GRAVEDAD	GRAVEDAD	FECHA	HORA	NOM_CALLE	NOM_NUMERO	COMUNA	CCOMUNA	BARRIO	BBARRIO	OBSERVACION
1	1	HERIDO	01/01/2014	03:16:00 a.m.	CALLE 20A	2 818	Comuna 4	5204	El Tejar	520402	ADELANTAR INVADIENDO CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO
2	1	HERIDO	01/01/2014	12:40:00 a.m.	CALLE 12	3 17	Comuna 5	5205	Salida al Sur	520509	PEATON CRUZAR SIN OBSERVAR
3	3	DAÑOS	01/01/2014	06:35:00 a.m.	CALLE 12	7	Comuna 6	5206	Estadio Libertad	520606	NO RESPETAR PRELACION
4	1	HERIDO	01/01/2014	11:42:00 a.m.	CALLE 19	21 08	Comuna 1	5201	El Churo	520102	PEATON CRUZAR SIN OBSERVAR
5	3	DAÑOS	01/01/2014	08:01:00 p.m.	CARRERA 9	20 10	Comuna 2	5202	Salomon	520220	ESTADO DE EMBRIAGUEZ
6	3	DAÑOS	02/01/2014	09:56:00 a.m.	CALLE 18	09 18	Comuna 6	5206	Chapal	520605	NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD
7	1	HERIDO	02/01/2014	10:15:00 p.m.	CALLE 11	3 32	Comuna 1	5201	Centro	520102	SEMAFORO EN ROJO O AMARILLO
8	3	DAÑOS	02/01/2014	09:25:00 p.m.	CALLE 11	25	Comuna 2	5202	Medardo Bucheli	520217	DESOBDECER SEÑALES DE TRANSITO
9	1	HERIDO	03/01/2014	04:11:00 p.m.	CARRERA 19	14 58	Comuna 1	5201	Centro	520102	NO RESPETAR PRELACION
10	1	HERIDO	04/01/2014	03:45:00 p.m.	CALLE 15	22	Comuna 4	5204	Lorenzo de Aldana	520403	DESOBDECER SEÑALES DE TRANSITO
11	1	HERIDO	04/01/2014	07:00:00 p.m.	CARRERA 1E	17 83	Comuna 2	5202	Fatima	520211	PEATON CRUZAR SIN OBSERVAR
12	3	DAÑOS	06/01/2014	10:16:00 a.m.	CALLE 18	13	Comuna 5	5205	El Progreso	520504	DESOBDECER SEÑALES DE TRANSITO
13	3	DAÑOS	06/01/2014	12:45:00 p.m.	CALLE 16 B	9	Comuna 9	5209	Maridiaz	520912	SEMAFORO EN ROJO O AMARILLO
14	3	DAÑOS	07/01/2014	02:02:00 p.m.	CALLE 16 B	32	Comuna 1	5201	Centro	520102	SEMAFORO EN ROJO O AMARILLO
15	3	DAÑOS	06/01/2014	03:50:00 p.m.	CARRERA 33	20 89	Comuna 1	5201	Avenida Santander	520103	ESTADO DE EMBRIAGUEZ
16	3	DAÑOS	07/01/2014	05:18:00 p.m.	CALLE 15	22	Comuna 1	5201	Bombon	520104	DESOBDECER SEÑALES DE TRANSITO
17	3	DAÑOS	09/01/2014	10:40:00 p.m.	CALLE 22	22	Comuna 6	5206	Estadio Libertad	520606	NO RESPETAR PRELACION
18	3	DAÑOS	10/01/2014	09:20:00 a.m.	CARRERA 9	15	Comuna 1	5201	Centro	520102	NO RESPETAR PRELACION
19	3	DAÑOS	10/01/2014	01:30:00 p.m.	CALLE 13	29	Comuna 9	5209	Maridiaz	520912	DESOBDECER SEÑALES DE TRANSITO
20	3	DAÑOS	10/01/2014	02:18:00 p.m.	CALLE 12	7	Comuna 2	5202	El Prado	520209	NO RESPETAR PRELACION
21	3	DAÑOS	11/01/2014	11:15:00 a.m.	CARRERA 24	17 28	Comuna 2	5202	Fatima	520211	NO ESTAR PENDIENTE DE LAS ACCIONES DE LOS DEMAS
22	1	HERIDO	12/01/2014	09:50:00 a.m.	CALLE 17	21 A 54	Comuna 2	5202	San Miguel	520221	PEATON CRUZAR SIN OBSERVAR
23	3	DAÑOS	13/01/2014	08:00:00 a.m.	CALLE 18	34 45	Comuna 1	5201	Centro	520102	NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD
24	3	DAÑOS	13/01/2014	02:27:00 p.m.	CALLE 18	18 37	Comuna 1	5201	Centro	520102	REVERSA IMPRUDENTE

El programa ACCES al ser un gestor de bases de datos facilita el manejo de los datos, por ejemplo al asignar un código o ID que no es otra cosa que un identificador para cada elemento este permitirá relacionarlo con otra variable por ejemplo un accidente con un determinado vehículo, permitiendo representar las entidades importantes del sistema de información en un Modelo Entidad Relación.

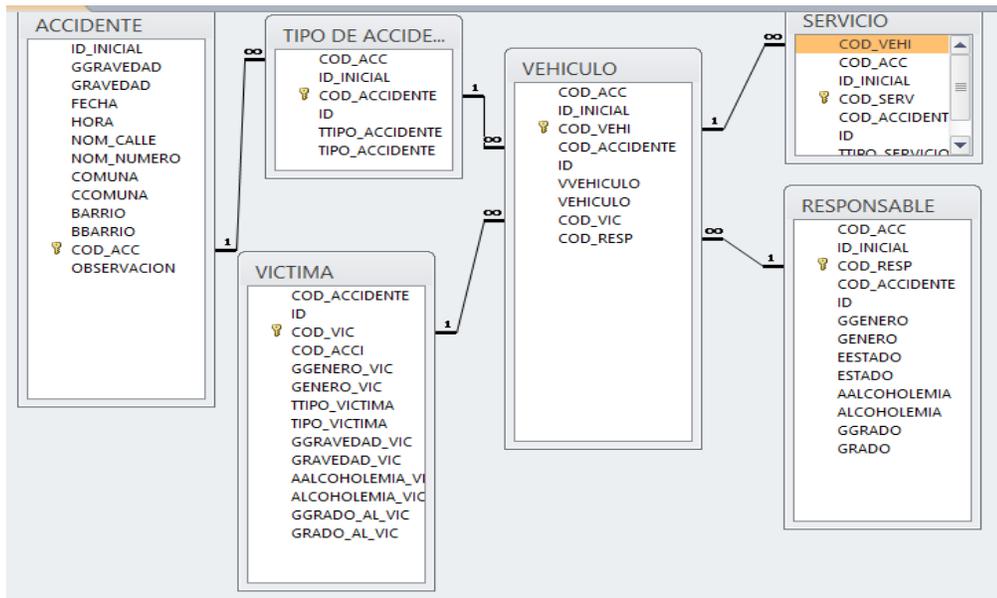


Para conseguir un manejo adecuado de los datos a trabajar fue necesario diseñar el modelo entidad relación el cual permitió comprender las relaciones que se dan al interior de los datos, cada accidente tiene unas características diferentes como son el lugar, la fecha, la hora de ocurrencia, la gravedad y la respectiva observación, el cual se va a relacionar con un tipo de accidente a través del código de accidente de igual manera habrá relación con el vehículo, el servicio y el responsable los cuales tienen una llave que les permite conectarse.

cod_accidente
ac1
ac2
ac3

cod_vehiculo	clase	de	num_vehiculo	Servicio
veh_0001	clase_0001		veh_uno	ser_001
veh_0002	clase_0002		veh_dos	ser_002
veh_0003	clase_0003		veh_tres	ser_003

**Figura 20. Modelo Entidad Relación**

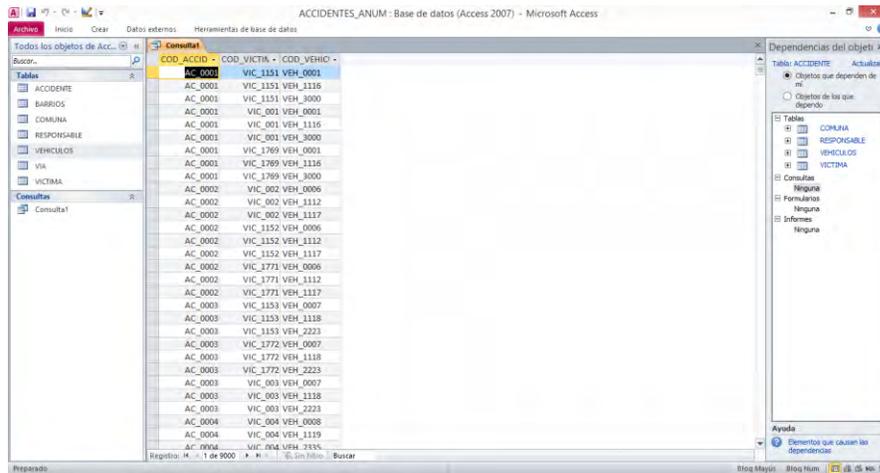


Fuente: Este estudio

Creación de consultas, una consulta en ACCES es el procedimiento que permite extraer de un conjunto de información solo los datos que necesitemos, son una forma de buscar y recopilar información de una o más tablas para conseguir información detallada de una base de datos. Al crear una consulta, se definen condiciones específicas de búsqueda para encontrar, exactamente, la información que se desee, para esta consulta busco que ACCES muestre los códigos de accidente de víctima y de vehículo. En esta tabla se podrá escribir los criterios que tendrá la búsqueda es así que en la primera fila se verá el nombre de los campos que serán incluidos en la consulta, en este caso el código de accidente.

La consulta realizada anteriormente se almacena como parte de la base de datos es decir que al hacer la conexión a la base espacial de ARCMAP, se podrá visualizar la información requerida en la consulta.

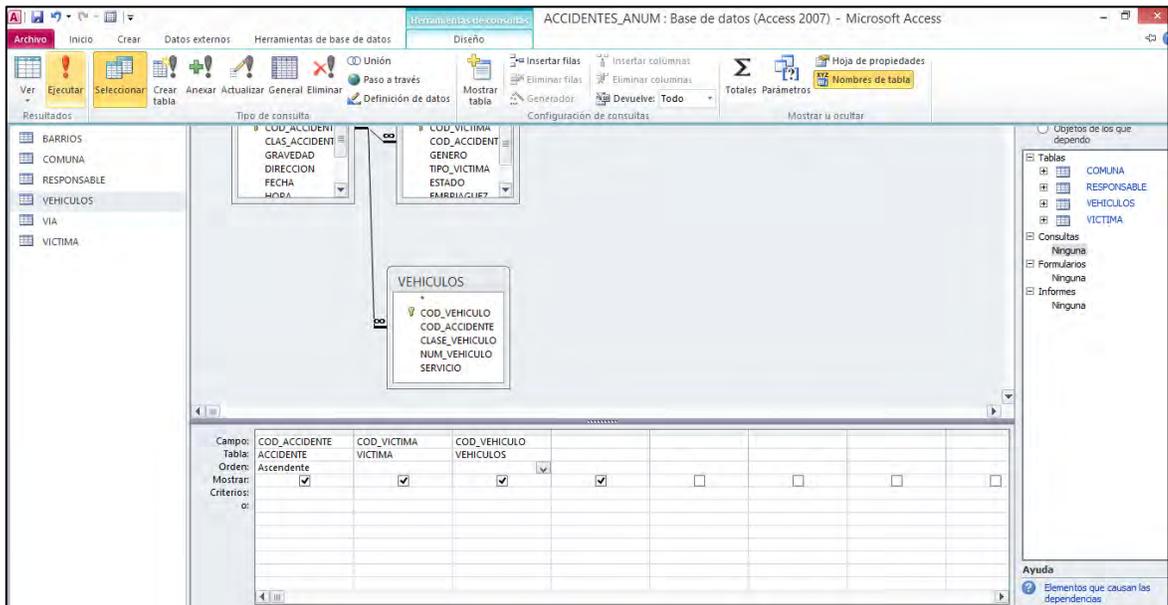
**Figura 21: Visualización de la consulta hecha en ACCES**



Fuente: Este estudio

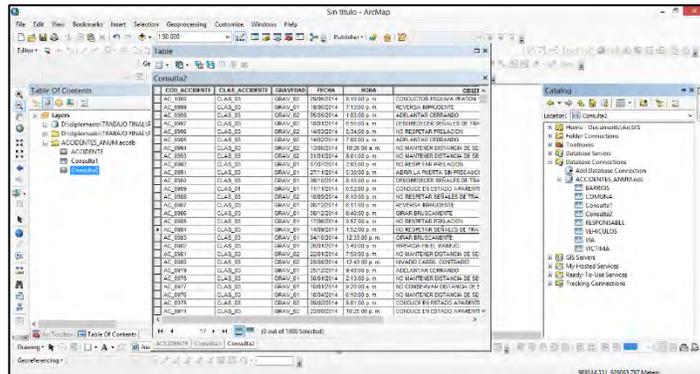
Conexión base de datos con Arcmap realizada desde Arcatalogo al activar la opción *add OLE DB Connection* se despliega el menu para la hacer la conexión, es decir que la se podrá cargar la información alfanumérica contenida en la base de datos en formato ACCES en formato tablas con extensión *mdb* Información que puede manipularse en ARCMAP

**Figura 22. Base de datos visualizada en ACCES.**



Fuente: Este estudio

**Figura 23: base de datos sobre accidentalidad incorporada y visualizada en ARCMAP.**



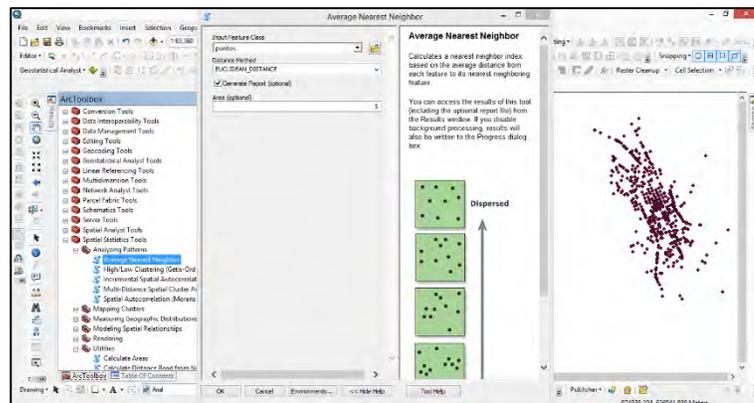
Fuente: este estudio

La información alfanumérica y grafica consolidada en ARCGIS constituye la base de datos espacial sobre la que se trabajó el análisis de los puntos de accidentalidad, permitiendo confrontar, distribuir, observar y comparar la ocurrencia de accidentes en el área urbana del municipio de Pasto.

**6.3 Patrón de comportamiento de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en el área urbana del municipio de Pasto, que facilite el estudio de este fenómeno**

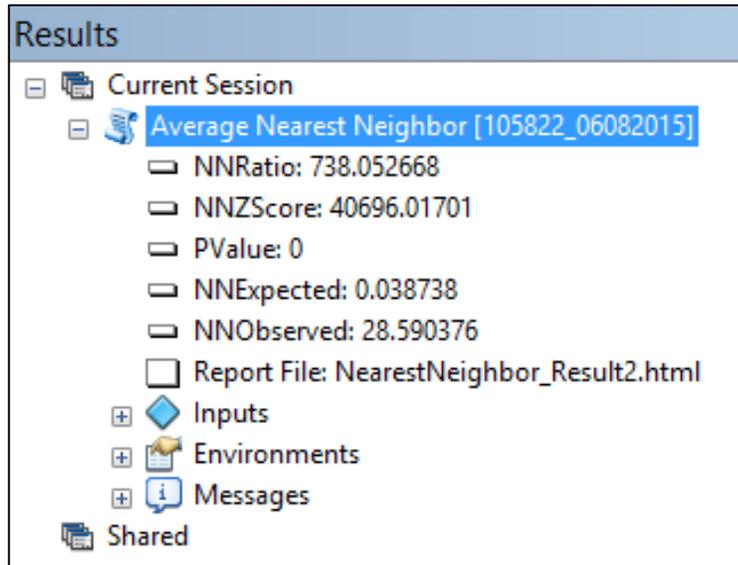
VECINO MAS CERCANO (Average Nearest Neighbor) esta herramienta permite establecer la distribucion de los datos de manera dispersa o de manera agrupada en estadistica se establece que los valores aglomerados expresan focos de concentracion donde hay intensidad de ocurrencia.

**Figura 24. Vecino Mas Cercano (Average Nearest Neighbor)**



Fuente: este estudio

Figura 25. Ventana de resultados

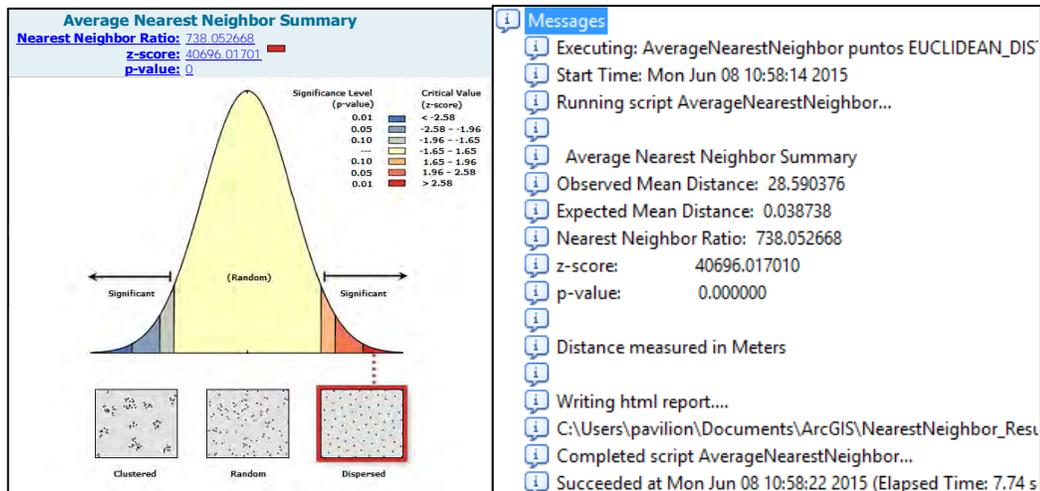


Fuente: este estudio

En la anterior se muestra la ventana de resultados ya que de la herramienta Promedio de vecinos más cercanos no resulta una capa visible en el arcmapi ni en el arccatalogo pero si ofrece un dato medio que se utilizara mas adelante.

Los resultados se encuentra una reporte de texto y uno grafico que permite visualizar lo distribucion de los datos:

Figura 26: reporte grafico y de texto.



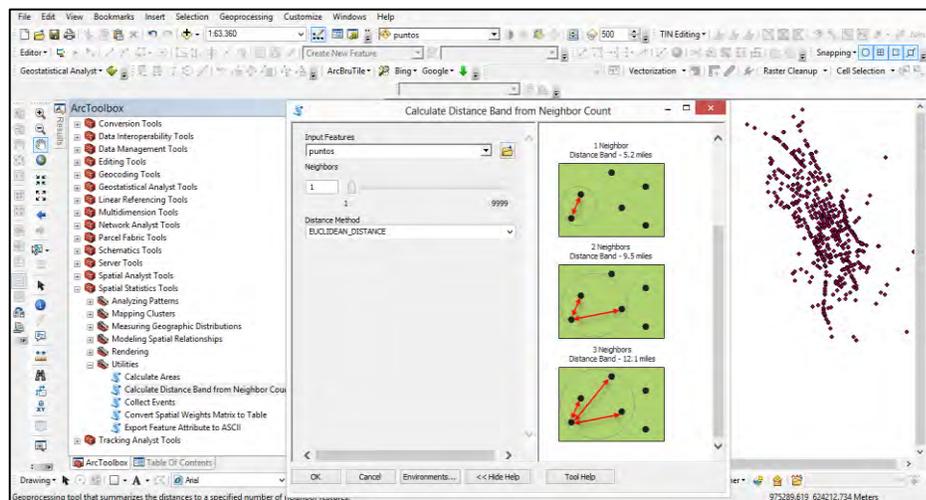
Fuente: este estudio

Ahora es necesario calcular unas distancias entre cada punto con relación a sus vecinos para esto se utiliza la herramienta *Calculate Distance Band from Neighbor Count*, que permite medir las distancias entre uno y otro punto, la herramienta Promedio de vecinos más cercanos mide la distancia entre cada centroide de entidad y la ubicación del centroide respecto de su vecino más cercano, para esto la herramienta calcula una ponderación de cercanía entre los centroides de los puntos tomando como base la distancia que le da el consultor para este caso se tomaron cinco metros de referencia. A continuación se calcula el promedio de todas las distancias de vecinos más próximos.

Dado un conjunto de entidades, esta herramienta devuelve tres números: la distancia mínima, máxima y promedio a un determinado número de vecinos (N). Ejemplo: si especifica 8 para el parámetro **Vecinos**, esta herramienta crea una lista de distancias entre cada entidad y el octavo vecino más cercano; desde esta lista de distancias calcula la distancia mínima, máxima y promedio.

- El valor máximo es la distancia que tendría que recorrer desde cada entidad para asegurarse de que cada entidad tenga al menos N-vecinos.
- El valor mínimo es la distancia que recorrería desde cada entidad para asegurarse de que al menos una entidad tenga N vecinos.
- El valor promedio es la distancia promedio que recorrería desde cada entidad para buscar los N vecinos más cercanos.

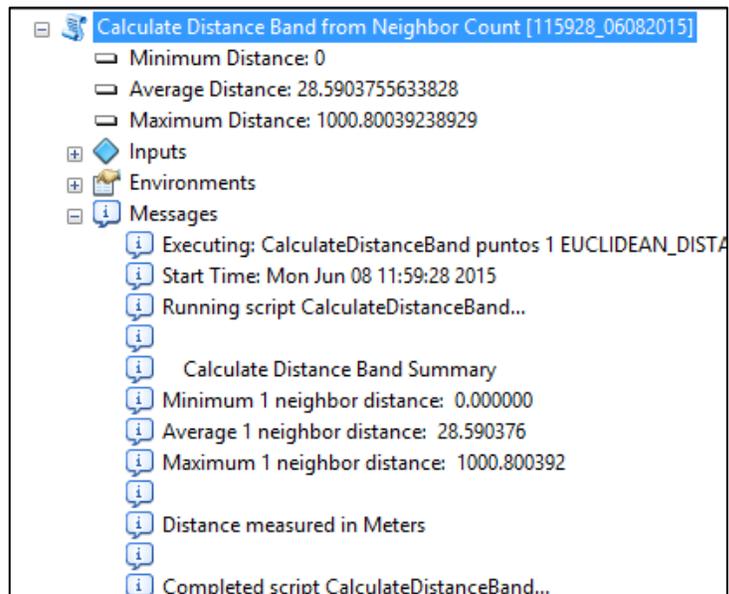
**Figura 27: distancias**



Fuente: este estudio

Cada resultado contiene información en el siguiente orden: los *datasets* y valores de salida, los *datasets* y valores de entrada la configuración del entorno que se utilizó durante la ejecución de la herramienta, todos los mensajes al tener los valores de mínimo, máximo y media distancia entre punto.

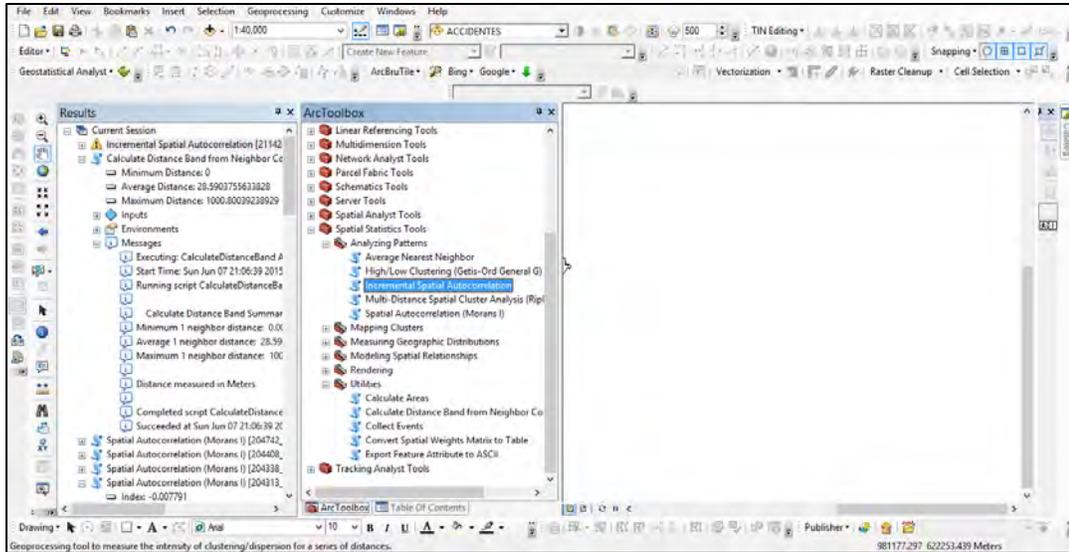
**Figura 27. Calculo de distancias**



Fuente: este estudio

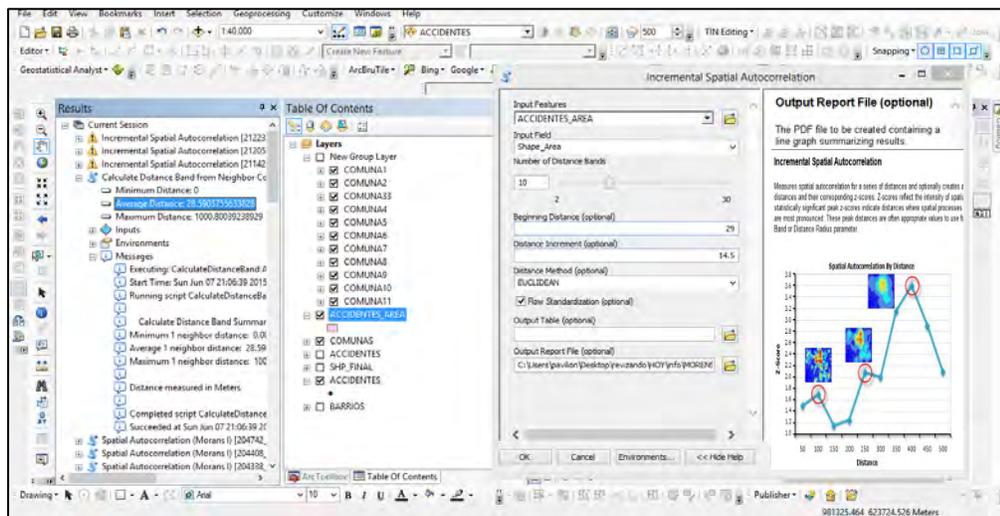
Al tener los valores de mínimo máximo y media distancia entre punto se empezara a hacer ponderaciones con base a la distancia media Al tener los valores de mínimo máximo y media distancia entre punto se empezara a hacer ponderaciones con base a la distancia media.

**Figura 28. Autocorrelación espacial (Incremental Spatial Autocorrelation (Spatial Statistics))**



Fuente: este estudio

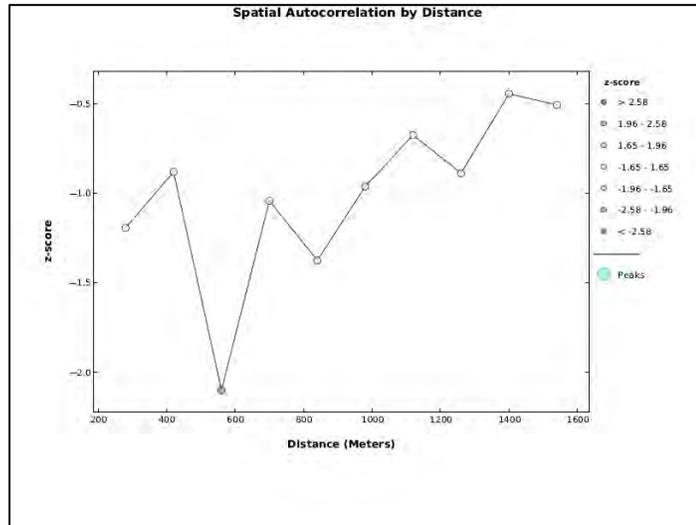
**Figura 29. Calculo de la Autocorrelación espacial**



Fuente: este estudio

Este procedimiento arroja un archivo *Pdf* que muestra la distribución de los datos con relación a una distancia en metros y un resumen estadístico de estas distancias, como se observa a continuación la mayoría de puntos de accidentalidad, se agrupan a 600 de distancia promedio entre ellos. Esta herramienta puede ayudar a seleccionar un Umbral de distancia o Radio apropiado para las herramientas que tienen estos parámetros, como Análisis de punto caliente o Densidad de punto.

**Figura 30. Grafico autocorrelación espacial.**



Fuente: este estudio

**Figura 31. Cuadro de valores de distancias.**

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
280.00*	-0.010536	-0.001211	0.000061	-1.192492	0.233068
420.00*	-0.005824	-0.001208	0.000027	-0.880738	0.378459
560.00*	-0.009340	-0.001205	0.000015	-2.099794	0.035747
700.00*	-0.004323	-0.001205	0.000009	-1.042149	0.297342
840.00*	-0.004578	-0.001205	0.000006	-1.374488	0.169290
980.00*	-0.003188	-0.001205	0.000004	-0.961498	0.336302
1120.00	-0.002388	-0.001202	0.000003	-0.674462	0.500018
1260.00	-0.002551	-0.001202	0.000002	-0.887260	0.374939
1400.00	-0.001795	-0.001202	0.000002	-0.443570	0.657353
1540.00	-0.001798	-0.001202	0.000001	-0.505870	0.612948

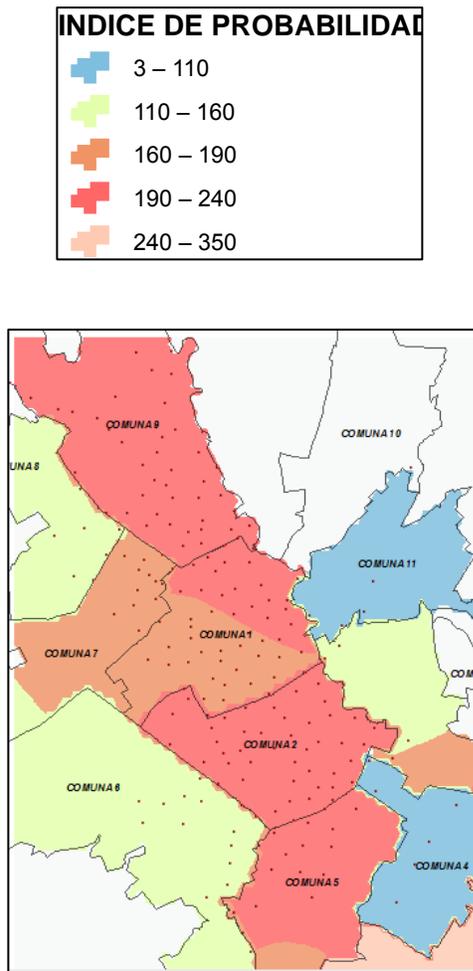
First Peak (Distance, Value): None, None  
 Max Peak (Distance, Value): None, None  
 Distance measured in Meters  
 \* At least one distance increment resulted in features with no neighbors which may invalidate the significance of the corresponding results.

Fuente: este estudio

## Kernel

Esta herramienta actúa sobre los datos seleccionados no utiliza la triangulación describe como, los datos de localización de accidentes se extienden en un medio homogéneo que para este caso es la división comunal del área de estudio el municipio de Pasto, para esto se toman cinco rangos manejables en la hora de generar alternativas de planificación prevención y atención.

**Figura 32. Densidad de accidentes originados por comuna**



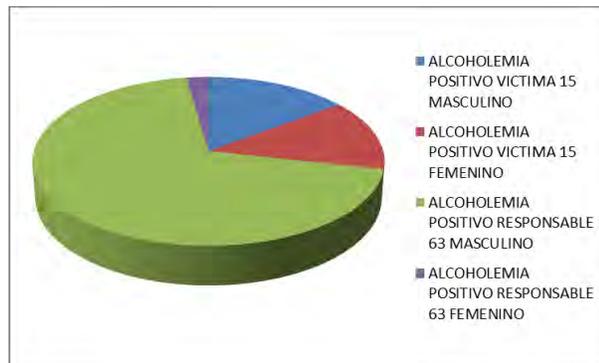
Fuente: este estudio

Los datos estadísticos coinciden en que las comunas con mayor número de accidentes localizados son las comunas 1 2 y 9 seguida de la comuna siete el índice de Kernel nos permite establecer que parte de la comuna 1 se manejaría con mediadas altas y la otra parte con medidas medias de acuerdo a la distribución de los datos.

Datos estadísticos generales de accidentalidad de tránsito en el área del municipio de Pasto

**Tabla 1. Accidentes de tránsito causados por Alcoholemia**

ALCOHOLEMIA POSITIVO	VICTIMA	15	MASCULINO	13
			FEMENINO	12
	RESPONSABLE	63	MASCULINO	61
			FEMENINO	2



Fuente: este estudio

**Tabla 2. Tipo de vehículo involucrado en accidente**

TIPO DE VEHICULO	SERVICIO	
AUTOS 268	PARTICULAR	179
	PUBLICO	89
BICICLETA 15	PARTICULAR	15
BUS 30	PUBLICO	30
BUSETA 57	PUBLICO	40
	PARTICULAR	17
CAMION 58	PUBLICO	22
	PARTICULAR	36
CAMIONETA 110	PUBLICO	46
	PARTICULAR	64
CAMPERO 92	PUBLICO	33
	PARTICULAR	59
MICROBUS 36	PUBLICO	16
	PARTICULAR	20
MOTO 257	PUBLICO	257
TRACTOMULA 12	PUBLICO	12
VOLQUETAS	PUBLICO	11
	PARTICULAR	5



Fuente: este estudio

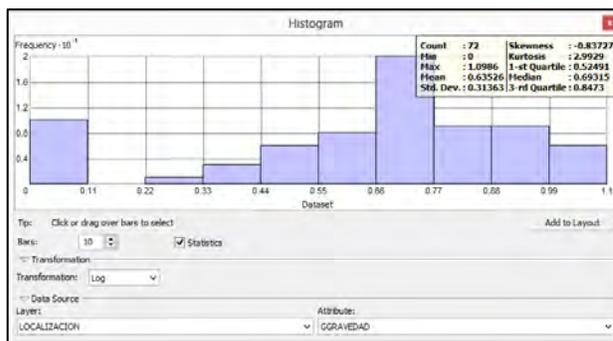
**Figura 33. Frecuencias de accidente por vehículo y por género**

The figure consists of two screenshots of a data table. The left screenshot shows a table with columns: OBJEC, FRE, COD\_VEH, VEHICULO, TIPO\_SERVI. The right screenshot shows a table with columns: FREQUENCY, COD\_ACCIDE, GENERO\_VIC, TIPO\_VICTI, GRAVEDAD\_V, ALCOHOLEM, GRADO\_AL\_V.

Fuente: este estudio

Kriging: Técnica de interpolación permite crear una superficie continua a partir de datos puntuales, esta herramienta realiza un análisis geoestadístico de los datos cruzando el comportamiento individual y su correlación como un todo

**Figura.34 Histograma de datos de mínimos medios y máximas.**



Fuente: este estudio

Semivariograma permite observar la distribución de los datos en un plano de dos dimensiones de acuerdo al índice de ponderación Z que tienen el dato



Fuente: este estudio

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Las herramientas de los sistemas de información de geográfica- SIG permiten realizar diferentes análisis, comportamientos, modelaciones de variables del mundo real. Para este estudio se ha realizado un análisis espacial de los accidentes de tránsito ocurridos en el año 2014 en área urbana del municipio de pasto.

Los datos organizados son el insumo primordial para generar información útil en cualquier análisis ya sea espacial o alfanumérico.

En la Secretaria Municipal de Tránsito y Transporte- SMTT del municipio de pasto se lleva un registro alfanumérico de los accidentes de tránsito el cual no permite espacializar la información.

La Espacialización de los accidentes de tránsito permitió conocer el comportamiento de los siniestros estableciendo áreas con alta probabilidad de incidencia.

El desarrollo de este proyecto busca brindar una herramienta para la toma de decisiones por parte de la secretaría municipal de tránsito y transporte considerando la información espacial común un insumo básico para comprender un fenómeno

## **RECOMENDACIONES**

La Secretaria de municipal de tránsito y transporte (SMTT), debe dotar de dispositivos móviles de captura a los agentes de tránsito para permitir un registro espacial de la accidentabilidad

Es primordial para la Secretaria de municipal de tránsito y transporte (SMTT), la adquisición de software hardware y talento humano adecuado para el manejo de información geográfica.

La academia y la institucionalidad debe considerar tener en cuenta los análisis espaciales como estudios elementales para la toma de decisiones en cualquier campo que se apliquen deben entenderse que su resultados serán los más aproximados a la realidad por ende su información será verás, confiable y lo más importante real y útil.

## BIBLIOGRAFIA

CARRION, Fernando. ¿Accidentalidad vial o violencia urbana? Ciudad segura programa estudios de la ciudad. Ecuador 2008. [en línea] [citado 20 abril 2015]. Disponible en internet: <[http://works.bepress.com /cgi/viewcontent. cgi?article=1234&context=fernando\\_carrion](http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1234&context=fernando_carrion)>

CEA.Confederacion de Empresarios De Andalucia. Sistemas de información. España, 2010 [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://sig.cea.es/SIG>>

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el caribe. Aplicación de los sistemas de información geográfica. [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl>>

CENTER ESRI. Introducción A Arcgis. [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet:<[http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started /articles /026n00000014000000.htm](http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm)>

CENTER ESRI. Introducción a las herramientas SIG más habituales [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#/018p00000002000000>>.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el código nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.:2002 p 17.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1712. (06, marzo, 2014). Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.:2014 Ibíd., p.1.

MADRID, A. & ORTÍZ, L. Análisis Espacial [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf> pag1>

MASTER MAGAZIN. Tendencias en Informática. Revista electrónica de distribución gratuita sobre informática. [en línea] [citado 20 abril 2015]. Disponible en internet: <<http://www.mastermagazine.info/termino>>

MUNICIPIO DE PASTO. Acuerdo No. 026 (13, octubre, 2009), Por medio del cual se realiza la revisión ordinaria y ajustes del Plan de Ordenamiento Territorial del

Municipio de Pasto, adoptado mediante Decreto Municipal 0084 de 2003 y se dictan otras disposiciones. Pasto, 2009.

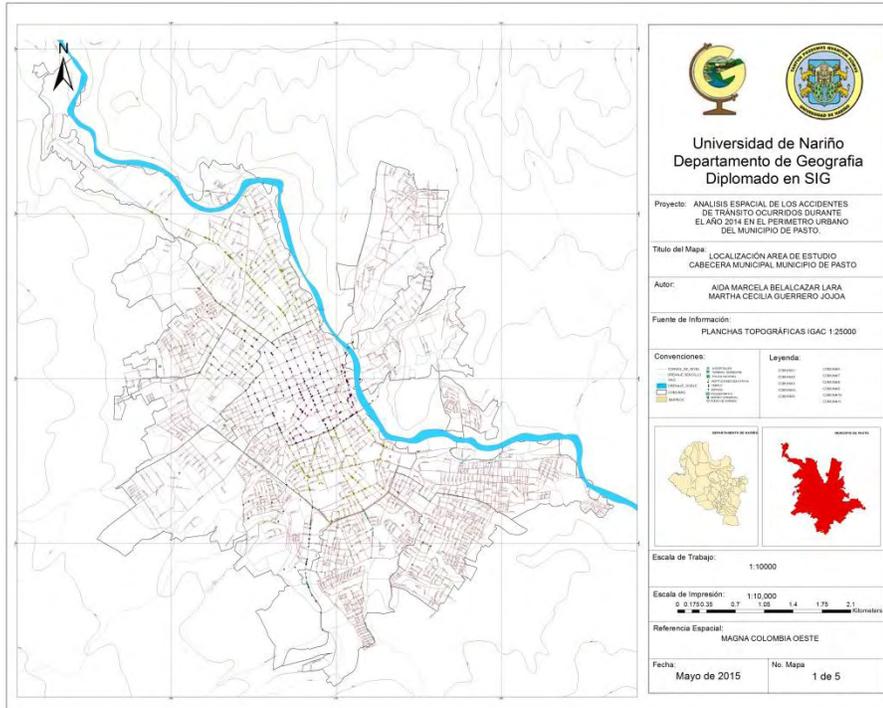
OLAYA, Víctor. Sistemas De información Geográfica Versión 1.0 Rev. 25 de noviembre de 2011.pag [en línea] [citado 21 abril 2015]. Disponible en internet: <[http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Introduccion\\_fundamentos.html](http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Introduccion_fundamentos.html)>.

WILKIPEDIA, organización. Definiciones, Sistema de Información Geográfica [en línea] Disponible en internet:[en línea].Disponible en internet:<<http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>>

# Anexos

## Memoria explicativa mapa 1 de 5

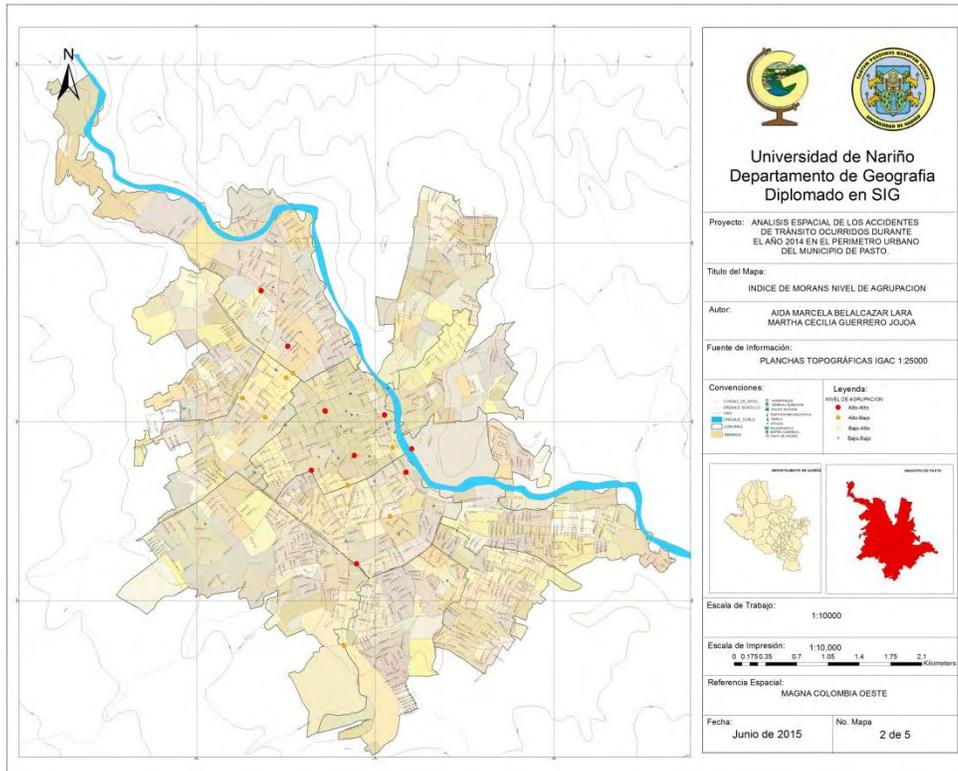
### Localización



Muestra la localización de accidentes por comuna la información básica concerniente a vías, drenajes equipamientos curvas de nivel, barrios comunas estas localizadas dentro del municipio de pasto y a su vez dentro del departamento de Nariño.

Memoria explicativa mapa 2 de 5

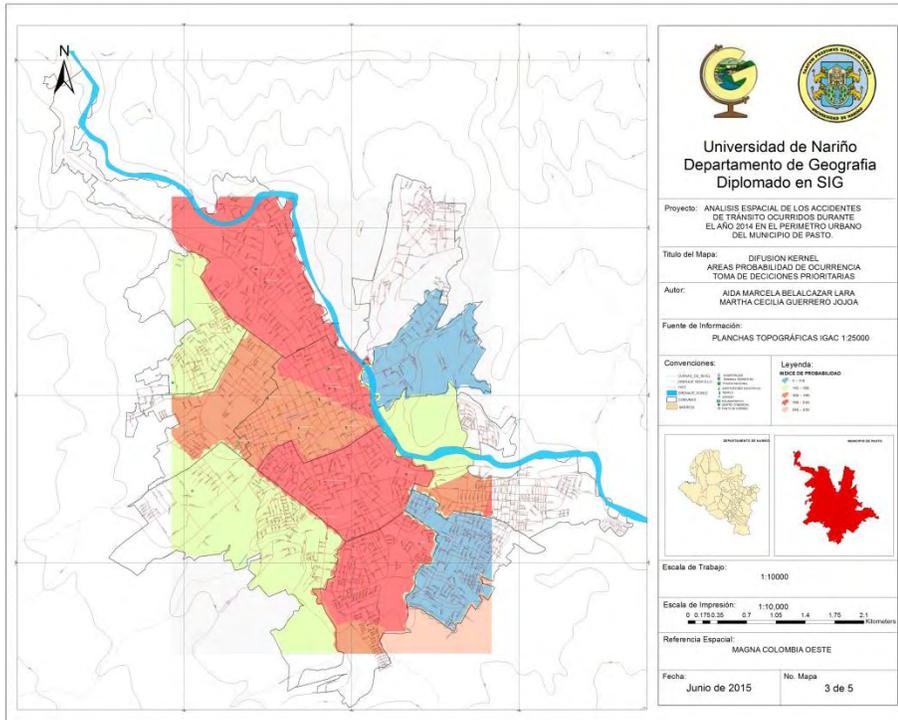
Índice de Morans nivel de agrupación.



Muestra la agrupación de accidentes permite hacer una ponderación de los focos de agrupación de los datos en cinco rangos puntuales en los que se evidencian los focos de mayor ocurrencia este proceso permite identificar áreas de alto impacto además es un paso obligado para el análisis posterior.

## Memoria explicativa mapa 3 de 5

Difusión Kernel áreas de probabilidad de ocurrencia alta toma de decisiones prioritarias.

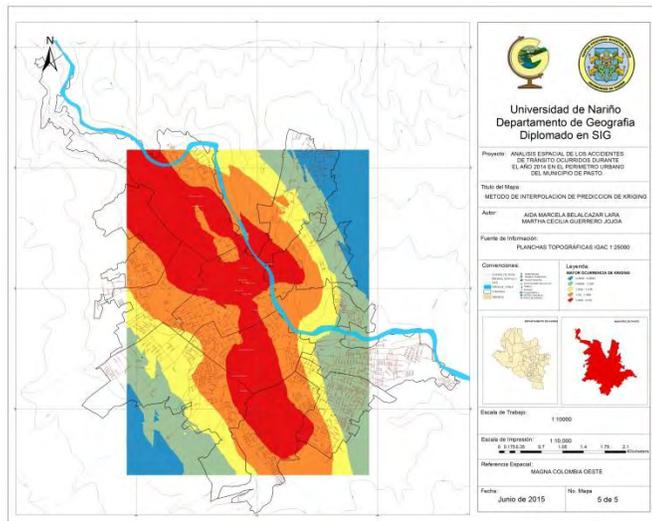


Esta herramienta actúa sobre los datos seleccionados no utiliza la triangulación describe como, los datos de localización de accidentes se extienden en un medio homogéneo en este caso toma como base las áreas delimitadas como comunas sin que estas sean determinantes en el análisis solamente una base de análisis por esta razón en la comuna 9 se evidencian dos rangos de manejo alto y medio siendo el rojo y el naranja respectivamente, teniendo este resultado se deduce que las comunas 1 2 y 9 son las más afectadas por este fenómeno y serán las prioritarias a la hora de tomar medidas de control y manejo.



## Memoria explicativa mapa 5 de 5

### Porcentaje de accidentabilidad por comunas



Técnica de interpolación permite crear una superficie continua a partir de datos puntuales, esta herramienta realiza un análisis geostadístico de los datos cruzando el comportamiento individual y su correlación como un todo, este proceso admite empezar a tratar vectores tipo punto como polígonos después de tratar el raster que se obtiene como resultado del proceso permitiendo hacer cruces de áreas con ponderaciones para este caso cinco rangos que se alejan un poco de la división comunal que se tenía en un principio para pasar a tener las áreas con mayor susceptibilidad a accidentabilidad es aquí donde se puede relacionar entidades como vías equipamientos señales de tránsito, semáforos entre otras que personalicen los sectores y permitan identificar gestiones necesarias en la toma de decisiones.