

**GEORREFERENCIACIÓN DE LA MORTALIDAD MATERNA EN EL  
DEPARTAMENTO DE CALDAS.  
AÑOS 2010-2016**

**SEBASTIÁN ORTIZ NIÑO**



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2017**

**GEORREFERENCIACIÓN DE LA MORTALIDAD MATERNA EN EL  
DEPARTAMENTO DE CALDAS**

**SEBASTIÁN ORTIZ NIÑO**

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

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

A mi familia que me apoyaron en el largo proceso para convertirme en especialista.

Al Dr. José Fernando Giraldo que sin su ayuda desde el momento del planteamiento inicial, guía en los problemas de salud de Caldas y experiencia en epidemiología no habría sido posible.

A todos los docentes de la especialización que ayudaron a impartir sus conocimientos y sus experiencias que ayudaron en gran medida al entendimiento de los conceptos básicos usados en este trabajo de grado.

A Melissa Cruz Puerto que siempre ha sido un soporte donde me ha motivado y apoyado hasta donde era posible, incluso más. Gracias Cosita.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	11
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. MARCO TEÓRICO.....	17
4.1.2 Funcionamiento de un SIG.....	21
4.1.3 Creación de datos.....	22
4.1.4 Análisis espacial.....	23
4.2 SIG Y EPIDEMIOLOGÍA.....	25
4.2.1 Epidemiología.....	25
4.2.2 Mortalidad materna.....	26
4.2.3 SIG aplicados a la epidemiología.....	27
4.3. MARCO LEGAL.....	28
4.4 ANTECEDENTES.....	30
4.4.1 La epidemiología y los antecesores de los SIG.....	30
4.4.2 SIG aplicados a la epidemiología.....	34
5. METODOLOGÍA.....	36
5.1 INTRODUCCIÓN.....	36
5.1.1 Diseño del estudio.....	36
5.1.2 Población.....	36
5.2.1 Fase 1. Planificación.....	37
5.2.2 Fase 2. Análisis.....	37
5.2.3 Fase 3. Organización de la Información.....	37
5.2.4 Fase 4. Elaboración de tablas.....	38
5.2.5 Fase 5. Diseño.....	38
5.2.6 Fase 6. Creación de mapas temáticos.....	38

5.2.7 Fase 7. Carga a ArcGis online .....	38
5.2.8 Fase 7. Uso API para WebMap ArcGis .....	39
5.3 HERRAMIENTAS USADAS .....	39
6. RESULTADOS .....	41
6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS .....	47
6.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	52
7. CONCLUSIONES .....	55
8. RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de sistemas que ilustra un SIG .....	19
Figura 2 Componentes del subsistema de entrada de datos .....	23
Figura 3 Análisis de densidad Keme (km <sup>2</sup> ) de los puntos de georreferenciados de atropellos ocurridos en el Cercado de Lima utilizando OpenStreetMap como mapa de base- Censo Nacional de Comisarías 2015. ....	24
Figura 4 Mapa confeccionado por John Snow de las muertes por cólera ocurridas en el área de Broad Street. ....	32
Figura 5 Datos públicos Colombia .....	41
Figura 6 Excel mortalidad materna .....	42
Figura 7 SHP departamento Caldas .....	42
Figura 8 Carga de hojas ARCGIS.....	43
Figura 9 Herramienta Sumarización.....	44
Figura 10 Herramienta unión tablas.....	44
Figura 11 resultado unión tablas.....	45
Figura 12 Clasificación casos Caldas 2015.....	46
Figura 13 Resultado carga de mapas ARCGIS online .....	46
Figura 14 Interfaz web caldas 2010 .....	47
Figura 15 Descripción secciones Caldas 2010-2016 .....	48
Figura 16 Visualización Mapa Caldas 2010-2016 .....	49
Figura 17 Tabla origen Caldas 2010-2016.....	50
Figura 18 Relación pop up Grafico .....	51
Figura 19 Tendencia de casos Caldas 2010-2016 .....	54

## GLOSARIO

**EPIDEMIOLOGIA:** es el estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud.

**MORTALIDAD MATERNA:** la muerte de una mujer durante su embarazo, parto, o dentro de los 42 días después de su terminación, por cualquier causa relacionada o agravada por el embarazo, parto o puerperio o su manejo, pero no por causas accidentales.

**NACIDOS VIVOS:** nacido que sobrevive al menos las primeras 24 horas de vida. Es la condición legal para que el nacimiento pueda inscribirse en los libros del Registro Civil.

**TASA DE MORTALIDAD:** es la proporción de personas que mueren por una causa concreta en un período en una población.

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICO:** en su acrónimo inglés (Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada.

## RESUMEN

El estado colombiano ha implementado políticas de salud pública con el fin de disminuir la tasa de mortalidad materna en el territorio nacional. Teniendo en cuenta dicho contexto la ingeniería de Sistemas y su rama especializada como sistemas de información geográfico entra a formar parte fundamental en el desarrollo de alternativas que permitan ayudar a tener una idea clara basada en los datos recolectados y contribuir con las políticas de salud pública como lo es la vigilancia epidemiológica.

Con este proyecto se busca plantear el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el ámbito de epidemiológico y la salud pública. Dado que los SIG son herramientas que representan información en un componente geográfico y haciendo uso de un software para facilitar el modo en que se visualizan los datos obtenidos, se puede distribuir geográficamente los de la mortalidad materna en el Departamento de Caldas entre los años 2010 - 2016.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente se usa una herramienta SIG para la creación de mapas temáticos con la información de la mortalidad materna y el uso del API de Javascript de ArcGis para permitir la conexión con los mapas creados y así hacer una página web de consulta que brinda a los epidemiólogos e instituciones que se encargan de la vigilancia de la mortalidad materna un apoyo a las políticas de salud pública y el estudio del cumplimiento de las metas del milenio.

**PALABRAS CLAVES:** Epidemiología, mortalidad materna, Sistemas de Información Geográfico, Salud Pública.



## **ABSTRACT**

The Colombian state has implemented public health policies in order to reduce the maternal mortality rate in the national territory. Taking into account this context, the Systems engineering and its specialized branch as geographic information systems becomes a fundamental part in the development of alternatives that allow to help to have a clear idea based on the collected data and to contribute with the public health policies as It is epidemiological surveillance.

This project seeks to propose the use of Geographic Information Systems (GIS) in the field of epidemiology and public health. Given that GIS are tools that represent information in a geographic component and using software to facilitate the way in which the data obtained are visualized, those of the maternal mortality in the Department of Caldas can be distributed geographically between the years 2010 - 2016.

Taking into account the above mentioned GIS through data shown as thematic maps and the ArcGis Javascript API allows the use of such maps for the creation of a web page that provides epidemiologists and institutions that are responsible for the Maternal mortality monitoring, support for public health policies and the study of compliance with the millennium goals.

**KEY WORDS:** Epidemiology, Maternal Mortality, Geographic Information Systems, Public Health.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento plantea describir el uso de los SIG para la creación de mapas temáticos que serán mostrados en un sistema de consulta en línea con apoyo geográfico, donde se describirá los datos usados para el procesamiento de los mismos hasta llegar a la visualización de los datos en un sistema web de consulta de los casos de mortalidad materna.

Como alcance del proyecto se mostrará el sistema de consulta novedosa, oportuna y eficaz encaminado hacia el uso por parte de las instituciones prestadoras de salud y en específico para los encargados de la vigilancia epidemiológica los puntos críticos donde se presentaron casos de mortalidad materna en el departamento de caldas.

Este sistema de consulta facilita el modo de visualización de los datos, eso con el fin de reflejar la distribución de la mortalidad materna en el Departamento de Caldas, donde dicha distribución es usada para la vigilancia epidemiológica y así apoyar a los políticas de salud pública con la cual se pueda establecer sistemas de intervención.

La utilización adecuada del sistema de consulta abre la posibilidad de representar información geo referenciada con el fin de apoyar la vigilancia de un problema de salud público como lo es la mortalidad materna y poder sentar bases para el apoyo en los observatorios de salud del departamento de Caldas.

## 1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El Estado colombiano como parte de su política en salud se propuso entre sus Objetivos de Fin de Milenio<sup>1</sup> el disminuir la tasa de mortalidad materna en dos tercios sobre una base de 100,14 por 100000 nacidos vivos, y la cual no fue cumplida, y dentro del nuevo Plan Decenal de Salud<sup>2</sup> se ha comprometido a disminuir esta tasa a un 45 por 100000 nacidos vivos, lo que ha obligado a encontrar nuevas formas de estructuración en políticas de salud pública para encaminarse a modificar la mortalidad materna en su perfil epidemiológico como son: las infecciones puerperales, los trastornos hipertensivos del embarazo incluida la preclamsia eclampsia y las hemorragias obstétricas.

Caso especial de tratamiento institucional debe ser la mortalidad materna como problema de salud público que ha sido definido y que sigue siendo para Colombia un indicador de desarrollo que tiene un impacto y que se asocia con una mortalidad perinatal 5 veces mayor. Importante también decir que la preclamsia es la mayor causa de morbilidad materna severa: accidente cerebro-vascular, ruptura hepática y de resultados adversos perinatales tales como prematuridad y restricción del crecimiento intrauterino.

Dentro del observatorio de salud en el departamento de Caldas no existe una herramienta de consulta para los casos de mortalidad materna, como se encuentra para otro tipo de eventos de salud pública de interés epidemiológico.

---

<sup>1</sup> PNUD. Objetivos de desarrollo del Milenio. [en línea]. Organización de Naciones Unidas. 2014. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <<http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/MDG%20Country%20Reports/Colombia/informeannualodm2014.pdf>>

<sup>2</sup> MINISTERIO DE SALUD. Plan Decenal de Salud. en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. 2013. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20-%20Documento%20en%20consulta%20para%20aprobaci%C3%B3n.pdf>>

Desde una de las disciplinas de la ingeniería como es la ingeniería de sistemas y su uso de los sistemas de información geográfico se busca contribuir a las políticas de salud del departamento de Caldas con una herramienta de consulta por medio de mapas georreferenciados con solo con tener acceso a una computadora y a internet, los cuales influyan en aumentar el conocimiento y contribuyan a crear estrategias de vigilancia epidemiológica sobre la distribución de la mortalidad materna en el departamento de caldas que es considerado como un problema de salud público.

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Cuál ha sido la distribución geográfica de la mortalidad materna en el departamento de caldas distribuido por municipio entre los años 2011-2016.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Guía clínica de las complicaciones hipertensivas asociadas al embarazo Año-2005. [en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. 2005. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/Gu%C3%ADa.completa.Embarazo.Parto.2013.pdf>>

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer la distribución geográfica y poblacional de la mortalidad materna en el departamento de Caldas durante los años comprendidos en 2010 y 2016.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar en la fuente DATOS ABIERTOS Colombia<sup>2</sup> cuál ha sido la prevalencia de los casos registrados en el departamento de Caldas.
- Distribuir la prevalencia de casos por municipios.
- Elaborar los mapas de distribución geo referencial de la Mortalidad materna en el Departamento de caldas por año.
- Crear sistema de consulta de los mapas de distribución de la Mortalidad Materna.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> MiniTC. Mortalidad materna directas e indirectas 2010 A 2016. [en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. S.f.. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: <<https://www.datos.gov.co/Salud-y-Protecci-n-Social/Mortalidad-materna-directas-e-indirectas-2010-A-20/drzr-mctm>>

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los estados organizan al sector salud en forma de sistema con el fin de dar respuesta a la necesidades en salud y en bienestar social de su comunidad, es decir que es a través del sistema de salud es que el estado realiza una de las funciones de la salud pública que es la vigilancia epidemiológica, entendida esta como “la herramienta útil que permite conocer el comportamiento de los diferentes eventos relacionados con el proceso salud-enfermedad, posibilitando el diseño e implementación de las acciones de fomento de la salud y prevención de la enfermedad ”<sup>5</sup>.

En términos prácticos se podría proponer que la política pública nace de las necesidades sentidas e institucionales de las comunidades, datos que son recolectados por los comités de vigilancia epidemiológica y procesados, para convertirlos en información útil para la acción que a su vez es tomada por las autoridades en salud y convertidas en políticas de salud pública que a través de programas y estrategias de promoción y prevención procuran modificar de manera permanente los perfiles epidemiológicos propios de las áreas geográficas en general y de los grupos poblaciones en particular. Es decir que sin sistemas de información eficientes no hay política pública en salud eficaz y sin política pública en salud no hay una verdadera intervención de los problemas sentidos y reales de la comunidad.

En este orden de ideas el estado colombiano tiene a la Mortalidad Materna incluido entre el sistema de vigilancia, máxime cuando esta causa de muerte ha sido definida como un problema de salud pública mundial según Vargas y

---

<sup>5</sup> SECRETARIA DE SALUD. Protocolos de vigilancia epidemiológica- guías integrales de atención iv edición. [en línea]. dirección seccional de salud de Antioquia oficina de epidemiología. S.f.. [consulta: 23/05/2017]. Disponible en: <<https://www.dssa.gov.co/index.php/programas-y-proyectos/salud-publica/item/443-vigilancia-epidemiologica>

colaboradores<sup>6</sup>, Según el ministerio de la protección social de Colombia<sup>7</sup> tiene un impacto del 38% dentro de las causas de mortalidad materna y que se asocia con una mortalidad perinatal 5 veces mayor, a su vez que ha sido definida como la mayor causa de morbilidad severa.

Queda claro entonces que la eficacia de una política pública es directamente proporcional a la calidad de la información sobre la cual se elabora el diagnóstico que permite estructurar los programas de intervención; es aquí, donde los sistemas de información geográfica podrían tener un gran aporte al mejoramiento de estos sistemas de información epidemiológica desde la georreferenciación de la Mortalidad Materna que es el problema de salud propuesto en el presente trabajo.

Es sabido que la medicina y la ubicación geográfica se remonta a épocas hipocráticas, donde dicho filósofo encontró la correlación entre las características geográficas de un lugar y como estas influyen en la salud de sus habitantes, Jhon Snow conocido como el padre de la epidemiología moderna llegó a un hito debido a sus estudios del cólera que azotó a Londres en 1854 y haciendo uso de los mapas de esa época y marcando las localizaciones de las personas afectadas llegó a la conclusión que el agua contaminada era la causante de la enfermedad.

Los SIG como una herramienta de representación cartográfica va más allá de los datos estadísticos, proporcionando una ventana interactiva para modelos de análisis espaciales donde su función a través del modelamiento de mapas por capas representativas ofrece y respalda el trabajo de las organizaciones mostrando datos representados en un mapa para el análisis y toma de decisiones

---

<sup>6</sup> VARGAS, Victor; ACOSTA Gustavo, MORENO Mario. La preclamsia un problema de salud pública mundial, revista chilena de obstetricia y ginecología, 2012

<sup>7</sup> MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Guía clínica de las complicaciones hipertensivas asociadas al embarazo Año-2005

y apoyándose en la epidemiología para hacer transformación de la información e identificar patrones de prevalencia la Mortalidad Materna.

Dado lo anterior la propuesta de este trabajo es contribuir con la epidemiología como la ciencia que procesa la información en salud para la construcción de la política de salud para la vigilancia y control de la mortalidad materna desde la ingeniería de sistemas con la presentación de los mapas de georreferenciación en un sistema de consulta de esta problemática en salud en el departamento de Caldas.



## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Sistema de Información Geográfico

El Sistema de Información Geográfica (SIG) nace en los años 60 como resultado del desarrollo de los sistemas que manejan bases de datos para datos de tipo geográfico cuyo nombre fue SIG. El desarrollo inicial de los SIG se registró en varias áreas claramente separadas, no siendo hasta los años 80 cuando comenzó a aparecer un aparente consenso sobre el tema. Los factores a los que generalmente se asocia el desarrollo y consolidación de SIG son:

- Las dificultades prácticas y tediosas para obtener mediciones precisas de los mapas, así como la simplicidad para obtener dichas medidas por medio de una representación digital.
- La necesidad de integrar datos acerca de múltiples tipos de características (censos, análisis de zonas de tráfico, calles, hogares, lugares de trabajo, etc.)
- Los problemas prácticos asociados a la edición de mapas durante el proceso de producción cartográfica, que conducirán a los primeros sistemas de edición de mapas informatizados, nuevamente en los citados años sesenta.
- La necesidad de integrar múltiples niveles de información al valorar los impactos ecológicos de los proyectos de desarrollo.

El término Sistema de Información Geográfica (SIG) se suele referir a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que se ha consolidado como una herramienta informática compleja ampliamente extendida en áreas disciplinarias como las ciencias de la tierra, ambientales, geográfica y, en una

aplicación más reciente, en la epidemiología y estudios sociales<sup>8</sup> (Alonso, 2015). La complejidad y robustez de dicho sistema en las diferentes aplicaciones generó una nueva disciplina científica conocida como la Ciencia de la Información Científica, la cual se define como un conjunto organizado de personas, programas y equipos electrónicos que permiten de una manera eficiente, capturar datos geográficos, almacenarlos, analizarlos y desplegarlos como conocimiento útil para la toma de decisiones.

En general, el concepto de SIG ha sido definido como un conjunto de instrumentos y programas destinados a reunir, almacenar, recuperar y visualizar los datos espaciales del mundo real para un conjunto particular de objetivos (Burrough, 1986)<sup>9</sup>. Adicionalmente, la Sociedad Francesa de Fotogrametría y de Teledetección (1989)<sup>10</sup>, definió el SIG como un sistema informático que permite a partir de varios principios, reunir, organizar, manejar, analizar, combinar, elaborar y presentar informaciones localizadas geográficamente, contribuyendo entre otras aplicaciones a la gestión del espacio. Esta definición se puede complementar con el planteamiento de que el SIG es un conjunto de datos localizados en el espacio, estructurados de tal manera que se puedan extraer síntesis útiles para la toma de decisiones<sup>11</sup>.

Un SIG permite las siguientes operaciones:

- Lectura, edición de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.
- Concesión, almacenamiento y, en términos generales, gestión de datos espaciales. Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas

---

<sup>8</sup> ALONSO, F. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. Geografis. S.f. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <<http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>>

<sup>9</sup> BURROUGH, P.A. & MCDONNELL, R.A.; 2000: Principles of Geographical Information Systems Oxford University Press, Oxford, 333 pp.

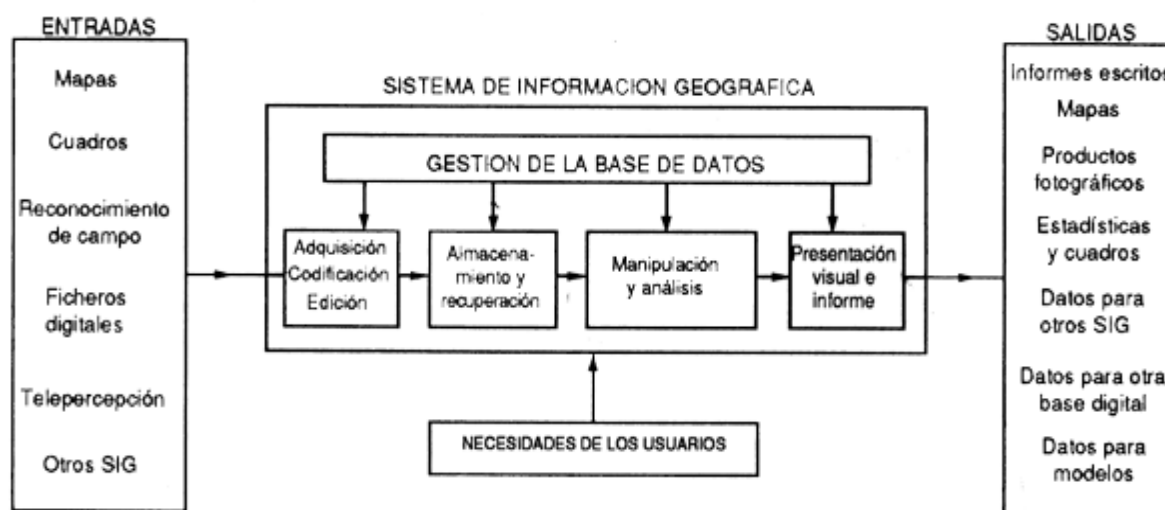
<sup>10</sup> Citado por: REVISTA ESPORES. Investigamos el medio ambiente en el siglo XXI. [en línea]. Revista Espores. s.f. [consulta: 18/05/2017]. Disponible en: <<http://espores.org/es/component/k2/aix%C3%AD-investiguem-el-medi-ambient-en-el-segle-xxi.html?tmpl=component&print=1>>

<sup>11</sup> RAPALLO, R. Utilización de Sistemas de Información Geográfica para la Seguridad Alimentaria Sostenible en Zonas Marginadas de Honduras, Nicaragua y Guatemala. [en línea]. FAO UN. 2003. [consulta: 21/05/2017]. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/tC/tCA/ESP/pdf/rapallo/Portada.pdf>>

a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).

- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc<sup>12</sup>.

Figura 1 Diagrama de sistemas que ilustra un SIG



Fuente: Meaden, G. y Kapetsky, J. (1992.)<sup>13</sup>

#### 4.1.1 Componentes de un SIG

Los SIG se caracterizan por ser sistemas complejos interrelacionados con el objetivo del análisis de información georeferencial. Los elementos y componentes de un SIG se pueden organizar de acuerdo a una serie de subsistemas cada uno encargado de una función particular:

<sup>12</sup> OLAYA, V. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. Instituto de 2014. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <[http://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](http://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)>

<sup>13</sup> MEADEN, G. y KAPETSKY, J. Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura. [en línea]. FAO ONU. 1992. [consulta: 10/05/2017]. Disponible en: < Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/t0446s/T0446S00.htm#TOC>>

- Subsistema de datos. Se encarga de las operaciones de entrada y salida de datos, y la gestión de estos dentro del SIG. Permite a los otros subsistemas tener acceso a los datos y realizar sus funciones en base a ellos.
- Subsistema de visualización y creación cartográfica. Crea representaciones a partir de los datos (mapas, leyendas, etc.), permitiendo así la interacción con ellos. Entre otras, incorpora también las funcionalidades de edición.
- Subsistema de análisis. Contiene métodos y procesos para el análisis de los datos geográficos<sup>14</sup>.

Adicionalmente, los componentes de un SIG tradicionalmente se definen a partir de cinco elementos principales con la finalidad de establecer una estructura sólida que brinda la posibilidad de manejo de los datos y posterior análisis. Dichos elementos se pueden definir en los siguientes términos:

- a. Hardware: es el equipo de cómputo con el que opera un SIG.
- b. Software: proporciona las herramientas y funciones necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica, para ello se necesitan de elementos principales de software los cuales son:
  - Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica.
  - Un sistema de administración de base de datos (DBMS Data Base Management System).
  - Herramientas que soportan consultas, análisis y visualización de elementos geográficos.
  - Una interfaz gráfica de usuario (GUI Graphical User Interface) de manera que facilite el acceso a las herramientas anteriormente mencionadas.
- c. Dato: se refiere al elemento principal para lograr una correcta información. Es decir una vez conocido el objeto del modelo del mundo real, se identifican las propiedades que lo forman, por ejemplo, sus atributos que se refieren a los elementos descriptivos y el tipo de geometría como el elemento espacial. En las consultas espaciales es necesario conocer el tipo de geometría entre los objetos del mundo real que se relacionan topológicamente.

---

<sup>14</sup> OLAYA, Op. cit., p. 15

- d. Gente: son las personas que se encargan de administrar el sistema, así como de desarrollar un proyecto basado en el mundo real, entre los que se involucran analistas, desarrolladores, administradores, programadores, y usuarios.
- e. Métodos: son los planes de un buen diseño y las normas por parte de la empresa, las cuales son modelos y prácticas de operación de cada organización. [E.S.R.I., 2001]. Este último se basa en los estándares reconocidos para aspectos geográficos, que sugieren las medidas a adoptar para un determinado enfoque de aplicación y de esta manera respaldar su forma de trabajo<sup>15</sup>.

#### 4.1.2 Funcionamiento de un SIG

En general, el SIG “funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital”<sup>16</sup>. De esta manera, señalando el objeto se puede visualizar sus atributos y se puede conseguir su contrario, buscando en el registro se puede obtener los datos de su localización geográfica. Las principales funciones que puede resolver un SIG de acuerdo a su complejidad, son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.

---

<sup>15</sup> ARANGO, S. GEOSIG: Generación de consultas en un Sistema de Información Geográfica. [en línea]. Universidad de las Américas Puebla. 2014, p. 16. [consulta: 11/05/2017]. Disponible en: <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/msp/aragon\\_p\\_sm/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/msp/aragon_p_sm/capitulo1.pdf)>

<sup>16</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (s.f.). Fundamentos de sistemas de información geográfica. [en línea]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. S.f. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <[http://geoservice.igac.gov.co/contenidos\\_telecentro/fundamentos\\_sig/cursos/sem\\_2/uni2/index.php?id=32](http://geoservice.igac.gov.co/contenidos_telecentro/fundamentos_sig/cursos/sem_2/uni2/index.php?id=32)>

- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas<sup>17</sup>.

#### 4.1.3 Creación de datos

Los datos SIG representan los objetos del mundo real (carreteras, el uso del suelo, altitudes). Los cuales se pueden dividir en dos abstracciones: objetos discretos (una casa) y continuos (cantidad de lluvia caída, una elevación). Dichos datos son entidades espacio-temporales que cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos u objetos naturales y sociales<sup>18</sup>. Un dato se caracteriza por tener:

- Posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- Posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología, incluido, adyacente, cruzado, entre otros).
- Figura geométrica que lo representa (punto, línea, polígono).
- Atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno).

Las actuales tecnologías SIG trabajan con información digital, para la cual existen varios métodos utilizados en la creación de datos digitales. El método más utilizado es la digitalización, donde a partir de un mapa impreso o con información tomada en campo se transfiere a un medio digital por el empleo de un programa de Diseño Asistido por Ordenador (DAO o CAD) con capacidades de georreferenciación. En la actualidad, existen dos estrategias para la consecución de datos: la primera es buscar datos del dominio públicos o la creación de datos nuevos a partir de datos satelitales, datos de GPS y trabajo de campo.

---

<sup>17</sup> ARANGO, S. Op. Cit., p. 17.

<sup>18</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Op. cit., s.p.

Figura 2 Componentes del subsistema de entrada de datos



Fuente: adaptación notas de clase IGAC19.

#### 4.1.4 Análisis espacial

El análisis espacial estudia las relaciones de proximidad y distancia de los elementos en el espacio, optimizando su ubicación y ayudando a la toma correcta de decisiones. El análisis espacial puede definirse como “el conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, en los que se considera de alguna manera, sus características espaciales”<sup>20</sup>. Este tipo de análisis se centra en el estudio, de manera separada, de los componentes del espacio, definiendo sus elementos constitutivos y la manera como éstos se comportan bajo ciertas condiciones<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio colombiano. [en línea]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2007, s.p. [consulta: 12/05/2017]. Disponible en: <ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GIOMATICA/Geodesia\_Cartograf%C3%ADa/Cartograf%C3%ADa\_Modulo.pdf>

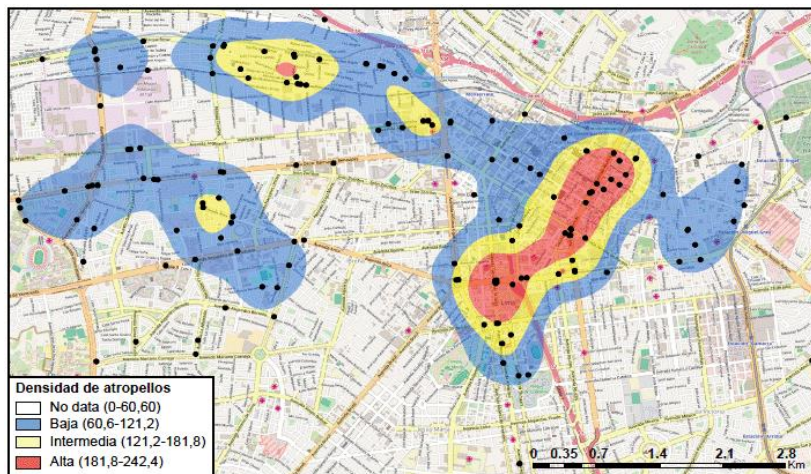
<sup>20</sup> BOSQUE, S. (1992). Sistemas de Información Geográfica. Rialp. Madrid

<sup>21</sup> MADRID, A. y ORTÍZ, L. (s.f.). Análisis espacial. [en línea]. Universidad Nacional de Colombia. 2010. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf>

El análisis espacial pone en evidencia estructuras y formas de organización espacial recurrentes, que resumen por ejemplo los modelos centro-periferia, los campos de iteración de tipo gravitatorio, los diversos tipos de redes o de territorios etc. Este tipo de análisis se aplica en campos relacionados con la ordenación del territorio y sus resultados han dado interesantes frutos en estudios de otras disciplinas afines a la geografía como las ciencias medioambientales, a través de ellos se establecen:

- Relaciones de proximidad
- Conectividad
- Áreas de influencia
- Cálculo de rutas
- Control de flotas
- Estudio de redes

Figura 3 Análisis de densidad Keme (km<sup>2</sup>) de los puntos de georreferenciados de atropellos ocurridos en el Cercado de Lima utilizando OpenStreetMap como mapa de base- Censo Nacional de Comisarías 2015.



Fuente: Hernández, et al (2016)<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> HERNÁNDEZ, A.; AZAÑEDO, D.; BENDEZÚ-QUISPE, G.; PACHECO-MENDOZA, J Y CHAPARRO, M.. Sistemas de información geográfica: aplicación práctica para el estudio de



## 4.2 SIG Y EPIDEMIOLOGÍA

### 4.2.1 Epidemiología

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la epidemiología se puede definir como “el estudio de la distribución y los determinantes de estados o eventos (en particular de enfermedades) relacionados con la salud y la aplicación de esos estudios al control de enfermedades y otros problemas de salud”<sup>23</sup>. Esta disciplina se caracteriza por el uso de diversos métodos de investigación entre los cuales se pueden nombrar los estudios descriptivos que dan cuenta de la distribución de factores y los estudios analíticos que analizan dichos factores determinantes. La epidemiología más allá de una disciplina investigativa tiene una aplicación significativa en “la prevención de los daños a la Salud de la población y para la planificación, ejecución y evaluación de los Servicios de Salud”<sup>24</sup>. Esta disciplina se caracteriza por:

- “Identificar grupos humanos que requieran ser atendidos prioritariamente y relevar sus necesidades y tendencias en la utilización de los Servicios de Salud para tomar medidas correctivas.
- Estimar la situación de Salud de la población y sus tendencias a través de tasas de morbilidad y mortalidad según sexo, edad, área geográfica y características socioeconómicas (persona, lugar y tiempo).
- Analizar los niveles y las tendencias de exposición de la población a los factores biológicos, sociales, económicos, culturales, políticos y ambientales.

---

atropellos en el Cercado de Lima, Perú. Rev. perú. med. exp. salud pública. 2016, vol.33, n.4 [consulta: 20/05/2017], pp. 725-731 . Disponible en <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342016000400017&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342016000400017&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 1726-4634. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmpesp.2016.334.2558>>.

<sup>23</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Mortalidad materna. [en línea]. Organización Mundial de la Salud. 2016. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs348/es/>

<sup>24</sup> PAREJA, H. Epidemiología. Ministerio de Salud F.C.M. [en línea]. U.N. Cuyo. 2011, p.12. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: <[http://sistemas.fcm.uncu.edu.ar/enf-epidemiologia/Epidemiologia\\_2011.pdf](http://sistemas.fcm.uncu.edu.ar/enf-epidemiologia/Epidemiologia_2011.pdf)>

- Facilitar la planificación y programación de acciones de Salud.
- Medir el impacto de los Servicios de Salud y de las intervenciones, así como la eficiencia y eficacia de las decisiones adoptadas.
- Identificar opciones tecnológicas efectivas y seguras que se adapten a la realidad de nuestro país”<sup>25</sup>.

#### **4.2.2 Mortalidad materna**

La OMS (2016) define la mortalidad materna como “la muerte de una mujer durante su embarazo, parto o dentro de los 42 días, por cualquier causa relacionada o agravada por el embarazo, parto o puerperio o su manejo, pero no a causas accidentales”<sup>26</sup>. Adicionalmente, la OMS señala la muerte materna directa e indirecta, siendo la muerte materna directa el resultado de una complicación del propio embarazo, parto o su manejo, y la causa de muerte indirecta la muerte asociada al embarazo en una paciente con un problema de salud preexistente o de reciente aparición. Entre las principales complicaciones de acuerdo a la UNICEF (2015), causantes del 75% de las muertes maternas, se encuentran:

- Las hemorragias graves (en su mayoría tras el parto);
- Las infecciones (generalmente tras el parto);
- La hipertensión gestacional (preclamsia y eclampsia);
- Complicaciones en el parto;
- Los abortos peligrosos.
- Enfermedades como el paludismo o la infección por VIH en el embarazo o causadas por las mismas<sup>27</sup>.

---

<sup>25</sup> *Ibíd.*, p.16

<sup>26</sup> ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Op. cit.*, s.p.

<sup>27</sup> UNICEF. ODM5 Mejorar la salud materna. [en línea]. UNICEF. 2015. [consulta: 17/05/2017]. Disponible en: <<https://www.unicef.org/honduras/ODM5.pdf>>

### **4.2.3 SIG aplicados a la epidemiología**

En los últimos años los SIG se han convertido en una herramienta fundamental y compleja para las tareas de vigilancia en salud pública. Entre sus principales usos se pueden resaltar el conocer “cómo se extiende una enfermedad, estudiar su posible relación con un potencial foco de riesgo, o localizar un brote epidémico”<sup>28</sup>. Los datos que sirven de unidades de entrada para los SIG en el campo epidemiológico se caracterizan por provenir de fuentes diversas, que, a diferencia de las investigaciones desde la geodesia y la geografía, provienen de registros de mortalidad, hospitales, facultativos, bases de datos oficiales, observatorios medioambientales o meteorológicos, proyectos específicos.

---

<sup>28</sup> LONDOÑO, L.; HORFAN, D.; ARROYAVE, J. Y LONGAS, D.. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teoría de Percolación Aplicados al Estudio de Fenómenos de Propagación en Epidemiología. Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol. 4 No. 1 Junio de 2007, Medellín, ISSN 1657-7663

### 4.3. MARCO LEGAL

Este trabajo está enmarcado sobre las aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica en Salud Pública que contribuyen al fortalecimiento de los análisis de las complicaciones graves que se pueden presentar durante el embarazo, pasando por la sintomatología, factores de riesgo y tratamiento de los casos de Mortalidad Materna, que sirva de herramienta a los profesionales e instituciones de salud, en el análisis de la situación de la salud en el departamento, realizando monitoreo y evaluación para una efectiva toma de decisiones y la correcta planeación en salud a nivel departamental.

Basado en el hecho que un Sistema de Información Geográfico (SIG) responde preguntas de localización, condición, cambios, patrones y modelamiento se ha realizado la compilación, normalización y validación de datos estadísticos y cartográficos del sector Salud de Caldas, e involucra actividades de diseño, desarrollo y uso de SIG aplicadas a todas las necesidades para la descripción de los casos de los casos de Mortalidad Materna.

El marco normativo que orienta las acciones de cada uno de los ámbitos de aseguramiento, prestación de servicios y salud pública, se soportan principalmente en: la Ley 100 de 1993, la Ley 715 de 2001, la Ley 1122 de 2007, la Ley 1176 de 2007, la Ley 1393 de 2010, la Ley 1438 de 2011, los Acuerdos del Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud y de la Comisión de Regulación en Salud-CRES.

- Ley 100 de 1993. Establece el Sistema de Seguridad Social Integral, y lo define como "El conjunto de instituciones, normas y procedimientos, de que disponen la persona y la comunidad para gozar de una calidad de vida, mediante el cumplimiento progresivo de los planes y programas que el Estado y la sociedad desarrollen para proporcionar la cobertura integral de las contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la

capacidad económica, de los habitantes del territorio nacional, con el fin de lograr el bienestar individual y la integración de la comunidad"

- Ley 715 de 2001. Dicta normas orgánicas en materia de recursos y competencias y organiza la prestación de los servicios de salud, educación, saneamiento y agua potable, entre otras.
- Ley 1176 de 2007. Realiza reglamentaciones parcialmente por el Decreto Nacional 313 de 2008 y 276 de 2009, así como el articulado de la Ley 715 de 2011 -Sistema General de Participaciones.
- Ley 1122 de 2007. Realiza ajustes al Sistema General de Seguridad Social en Salud, teniendo como prioridad el mejoramiento de la prestación de los servicios a los usuarios.
- Ley 1393 de 2010. Por la cual se definen rentas de destinación específica para la salud, se adoptan medidas para promover actividades generadoras de recursos para la salud, para evitar la evasión y la elusión de aportes a la salud, se re direccionan recursos al interior del sistema de salud y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1438 de 2011: Se reforma el Sistema General de Seguridad Social en Salud, a través de un modelo de prestación del servicio público en salud, que en el marco de la estrategia "Atención Primaria en Salud" permita la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad para el mejoramiento de la salud y la creación de un ambiente sano y saludable, que brinde servicios de mayor calidad, incluyente y equitativo.

## **4.4 ANTECEDENTES**

### **4.4.1. Situación actual de los SIG**

La industria de los SIG constituye hoy un sector multimillonario en el que se gastan anualmente miles de millones de dólares en la adquisición y difusión de datos y el desarrollo de software y de aplicaciones. Ha penetrado virtualmente en todas las disciplinas que tratan de alguna forma con la superficie o con las proximidades a la superficie de la tierra, desde la ciencia atmosférica y la oceanográfica a la criminología y la historia. Esta industria ha adoptado recientemente un enfoque hacia el software basado en los componentes, descomponiendo lo que eran anteriormente paquetes monolíticos en agregados de componentes susceptibles de volver a ser utilizados. Esto reporta grandes ventajas para la integración de los SIG.

En los últimos años se han registrado grandes progresos para apoyar la representación de variaciones en el espacio-tiempo y en las tres dimensiones espaciales. Pero el cambio hacia los modelos de normas industriales orientadas por el objeto ha fallado en un aspecto al abordar diversas formas muy importantes de los datos geográficos. Mientras que el concepto de objetos discretos resulta apropiado para los seres humanos, los vehículos, los edificios o los objetos manufacturados; el mismo resulta mucho menos compatible con muchos fenómenos del mundo geográfico que son fundamentalmente continuos: ríos, carreteras o terrenos son ejemplo evidentes”<sup>29</sup>.

### **4.4.1 La epidemiología y los antecesores de los SIG**

Es importante recalcar que desde las disciplina de la ingeniería en este caso la ingeniería de sistemas se contribuya con el sistema de salud en la elaboración de

---

<sup>29</sup> GOODCHILD, M.; HAINING, R. SIG y análisis espacial de datos: perspectivas convergentes, Investigaciones Regionales, núm. VI, 2005, pp. 175-201, Asociación Española de Ciencia Regional, Madrid, España

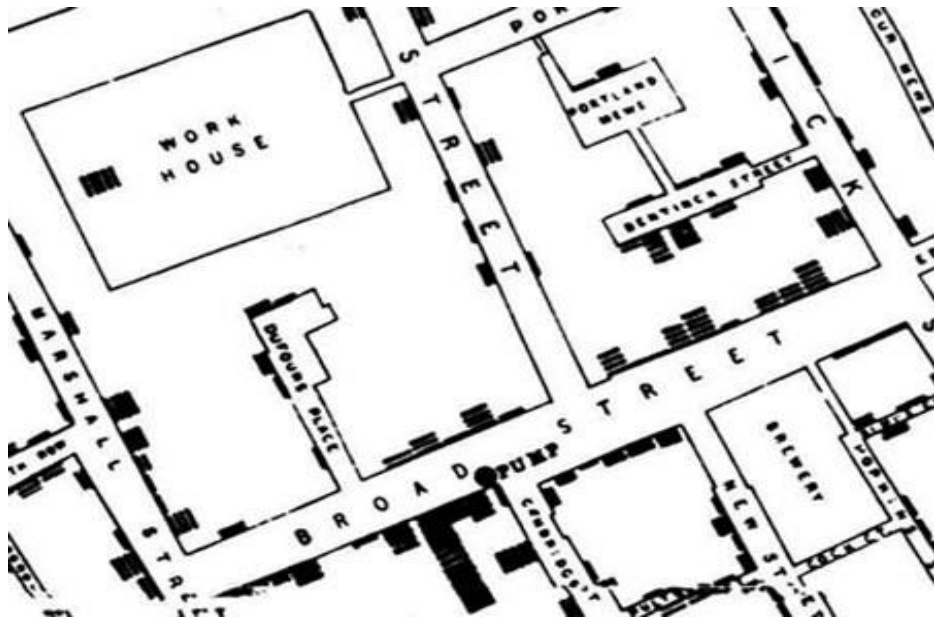
mapas georreferenciales que colaboran a aumentar el conocimiento sobre la distribución de esta patología en Colombia, contribuyendo así desde el campo de la informática para que las estrategias de vigilancia epidemiológica y para que las políticas públicas de vigilancia y control de esta patología como estrategia que contribuirá a disminuir la morbi-mortalidad materno perinatal sean más eficientes y eficaces.

Los sistemas de información geográfica o GIS por sus siglas en inglés es un conjunto de herramientas usadas para integrar, analizar y representar todo tipo de información que se puede ubicar geográficamente haciendo el uso de mapas conectados a una base de datos.

La medicina y la ubicación geográfica se remonta desde épocas antiguas, donde el médico griego Hipócrates estudió los efectos de las ubicaciones o zonas en la salud de la población, estudios médicos correlaciona la diferenciación en las enfermedades dependiendo de la altitud, identificando que las personas que vivían en bajas altitudes son más propensas a contraer malaria de aquellas que se encuentran ubicadas en zonas de elevación alta.

El manejo de mapas y geografía continuó su auge para mediados de 1800 en Londres, donde se volvió un asunto de emergencia, el Cólera, y se creía que se debía a los vapores que emanan del suelo por el aumento de las fábricas que se creaban en la revolución industrial, donde John Snow creía que podía aislar la fuente exacta de la enfermedad, y usando mapas de Londres y dibujando los puntos donde los episodios de cólera sucedían encontró un lugar donde convergen una gran cantidad de muertes en “Broad Street” y en ese lugar se hallaba un bomba de agua que usaban los residentes del sector, concluyendo que el agua que salía de la bomba era la causante de los episodios de cólera en la región y que el cólera se debía a mal estado en la cual se encontraba el agua para consumo.

Figura 4 Mapa confeccionado por John Snow de las muertes por cólera ocurridas en el área de Broad Street.



Fuente: Cerda L, et al. (2007)<sup>30</sup>. La fuente de este material, explica que el material es de dominio público tras la muerte de su autor.

Otro episodio donde se da ejemplo del uso de la ubicación geográfica en la medicina sucedió a principios del siglo 20 donde los dentistas una ciudad de colorado notaron que los niños de algunas áreas contenían menos caries y haciendo uso de localización en un mapa y registrando los casos con menor caries se encontró que los químicos usado en el agua contenían niveles altos de Fluoruro, lo cual llevó al uso del Fluoruro en la odontología.

En la actualidad el uso del mapeo geográfico en la medicina continúa teniendo aplicación, el uso de mapas y la distribución espacial es de importancia mostrando el mapeo de los brotes de influenza en 1918 donde los factores climáticos y

<sup>30</sup> CERDA L. y VALDIVIA, C.. (2007). John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. Revista chilena de infectología, 24(4), 331-334.



ambientales son determinantes en la identificación de grandes clusters con casos en un espacio de tiempo dado.

El uso de mapas para representar información no es del todo novedoso sino más bien que se ha incrementado debido al avance tecnológico que dichas herramientas SIG poseen, aumentando el procesamiento de datos y disminuyendo el tiempo de respuesta de los datos de entradas como insumo.

La organización gubernamental del centro de control y prevención de enfermedades o CDC por sus siglas en inglés usan un sistema que denominan Atlas de la mortalidad de estados unidos el cual usan para monitorear un rango grande de enfermedades. La Organización mundial de la salud tiene su atlas global de salud donde recolecta información sobre la distribución de las enfermedades con el fin de encontrar patrones de propagación y posibles programas de prevención.

Los SIG como una herramienta de representación cartográfica que más allá de los datos estáticos proporciona una ventana interactiva para modelos de análisis espaciales donde su función a través del modelamiento de mapas por capas representativas ofrece y respalda el trabajo de las organizaciones mostrando datos representados en un mapa para el análisis y toma de decisiones.

Los datos representados ayudan a la identificación de patrones, “los mapas SIG proporcionan informes interactivos de la información subyacente; no solamente listas de atributos, sino gráficos, informes, fotografías y prácticamente cualquier contenido relevante”<sup>31</sup>. Por medio de la cooperación de los sistemas de información geográfico y los informes de salud pública se logra mejorar las capacidades de análisis epidemiológico de las instituciones de salud, proponiendo herramientas, métodos y metodología más eficientes del análisis, fortaleciendo la vigilancia de

---

<sup>31</sup> ArcGIS Resource. (s.f.). Introducción a SIG. [en línea]. ArcGIS Resoruce. s.f. [consulta: 18/05/2017]. Disponible en: <[https://docs.google.com/document/d/1xLeUi72drBrHwFTVXu3X4HCllc6MPstTaNkYbVHg5FI/edit#](https://docs.google.com/document/d/1xLeUi72drBrHwFTVXu3X4HCllc6MPstTaNkYbVHg5FI/edit#>)>

inequidades y desigualdades en el sector salud y su impacto a la hora de evaluar los efectos en una población específica.

#### **4.4.2 SIG aplicados a la epidemiología**

En los últimos años los SIG se han convertido en unas herramientas fundamentales y complejas para las tareas de vigilancia en salud público. Entre sus principales usos se pueden resaltar el conocer “cómo se extiende una enfermedad, estudiar su posible relación con un potencial foco de riesgo, o localizar un brote epidémico”<sup>32</sup>. Los datos que sirven de unidades de entrada para los SIG en el campo epidemiológico se caracterizan por provenir de fuentes diversas, que, a diferencia de las investigaciones desde la geodesia y la geografía, provienen de registros de mortalidad, hospitales, facultativos, bases de datos oficiales, observatorios medioambientales o meteorológicos, proyectos específicos.

Londoño, et al (2007) presenta un recorrido interesante acerca del uso del SIG en salud pública, resaltando “la aparición de monografías sobre estudios de Salud Pública realizados sobre un GIS (Gathrell y Löytönen, 1998; Briggs et al., 2002; Cromley y McLafferty, 2002), o sobre métodos estadísticos para la Epidemiología Espacial (Lawson et al., 1999; Elliot et al., 2000; Lawson, 2001; Haining, 2003), así como números especiales dedicados a estas materias en revistas como *Statistics in Medicine* (Falter et al., 1999; Sieber et al., 2001) o *Journal of the Royal Statistical Society* (Wakefield et al., 2001)”<sup>33</sup>. En particular el trabajo de Londoño, et al (2007) se caracteriza una nueva aplicación informática a través de ARCGIS® 8.3., para realizar estudios epidemiológicos espaciales.

En esta misma línea, Loyola, et al (2002) plantean un estudio de corte epidemiológico sobre mortalidad infantil usando SIG como herramientas de amplia

---

<sup>32</sup> Londoño. Op cit., p. 23.

<sup>33</sup> Ibíd p. 24

capacidad integradora que permiten “simplificar, agilizar y automatizar la evaluación epidemiológica, tomando en cuenta el análisis múltiple simultáneo de variables determinantes con diferentes niveles de agregación”<sup>34</sup>.

En Colombia, el Ministerio de Salud (2016)<sup>35</sup> publicó el Protocolo de Vigilancia en Salud Pública para Morbilidad Materna Extrema, el cual plantea un estudio epidemiológico sobre la mortalidad materna extrema con base en los datos recogidos en las diferentes regiones del país. Esta investigación se caracteriza por la organización de un sistema de información epidemiológico y su posterior análisis y correlación con factores geográficos y sociales. En general, esta investigación se complementaría con el uso SIG para su desarrollo ya que permitiría la integración de diferentes factores georreferenciales centrales en la investigación. Por otro lado, el Ministerio de Salud de Brasil (2010)<sup>36</sup> consolidó el plan de Mejoramiento de las Informaciones de Mortalidad en Brasil, el cual se basa en el uso SIG el Análisis de Situación de Salud Desarrollo y análisis espacial (Tres Módulos).

---

<sup>34</sup> LOYOLA, E.; CASTILLO-SALGADO, C.; NÁJERA-AGUILAR, P.; VIDAURRE, M.; MUJICA, O. Y MARTÍNEZ-PIEDRA, R. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 12(6), 2002, p. 415.

<sup>35</sup> MINISTERIO DE SALUD REPÚBLICA DE COLOMBIA. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública: Morbilidad Materna Extrema.[en línea]. Instituto Nacional de Salud Pública. 2016. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <<http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Mortalidad%20materna.pdf>>

<sup>36</sup> MINISTERIO DE SALUD DE BRASIL. Experiencia de Brasil para la Mejoría de los Datos de Mortalidad. [en línea]. Lanzamiento de la Red Latino Americana y Caribeña para el fortalecimiento de los Sistemas de Información de Salud (REDLACSIS) Reunión de Directores de Estadística. 2010. [consulta: 17/05/2017]. Disponible en: <[http://www.cepal.org/MDG/noticias/seminarios/3/39373/02\\_Brasil\\_MejDatMort\\_OLibanio.pdf](http://www.cepal.org/MDG/noticias/seminarios/3/39373/02_Brasil_MejDatMort_OLibanio.pdf)>

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo hará uso de la base de datos obtenida de Página: Datos públicos Colombia para su análisis por medio de una herramienta SIG como es el ArcGIS, la cual dará respuesta a la problemática tratada para la distribución de la mortalidad materna de los años comprendidos entre 2010 a 2016 para el departamento de Caldas por municipios y la visualización de dicha distribución en mapas georreferenciados en un sistema de consulta como es una página web.

#### **5.1.1 Diseño del estudio**

El manejo del trabajo presentado se hará de manera descriptiva, observacional y retrospectiva.

#### **5.1.2 Población**

Para el presente trabajo se tomará como muestra poblacional el total de casos encontrados distribuidos por municipios usando filtro de años comprendidos entre 2010 y 2016 tomados de la página Web: Datos públicos Colombia.

### **5.2 PLAN DE ANÁLISIS**

Para el presente trabajo se tomará como muestra poblacional el total de casos encontrados distribuidos por municipios usando filtro de años comprendidos entre

2010 y 2016 tomados de la base de datos de la dirección territorial de salud de Caldas.

### **5.2.1 Fase 1. Planificación**

En esta etapa se pretende establecer el alcance la meta final planteada. Identificando los medios para la obtención de los datos, problemáticas en salud, recursos utilizados y la distribución de los casos de mortalidad materna encontrados en los años de estudio, para ser mostrados por medio de un sistema de consulta web.

En primer lugar, se debe Establecer la solución a la problemática establecida y que funcionalidad se le debe dar al proyecto teniendo en cuenta la viabilidad del mismo y su correcta aplicación.

### **5.2.2 Fase 2. Análisis**

Seguidamente, en la etapa de análisis se lleva a cabo la obtención la información desde la página de Datos públicos Colombia de los cuales se descargan los datos actualizados de los casos registrados para la mortalidad materna en el departamento de Caldas en el los años estudiados.

### **5.2.3 Fase 3. Organización de la Información**

Luego de haber obtenido los datos requeridos se procede a revisar la consistencia de los mismos y su aplicabilidad, validar dentro de la información obtenida las

columnas que se van a usar que son relevantes y cuales no contiene información o no son necesarias para el caso de estudio.

#### **5.2.4 Fase 4. Elaboración de tablas**

Se divide la información en hojas separadas por cada año donde se discrimina por municipio, dichas tablas se usan para procesamiento de los datos por medio del paquete de programas de computación de análisis estadístico SPSS donde se elaboran tablas de frecuencia absoluta y relativa de la mortalidad materna durante los años especificados en el caso de estudio y usando las variables cuantitativas y cualitativas.

#### **5.2.5 Fase 5. Diseño.**

En esta fase se usa la información de las tablas separadas por año para su carga en la herramienta ArcGis donde se sumarán la cantidad de casos de mortalidad materna por municipio y se unen por medio de la herramienta de relación de tablas con la tabla de la capa del departamento de Caldas por municipio.

#### **5.2.6 Fase 6. Creación de mapas temáticos**

Durante esta fase los datos que ya se encuentran procesados y transformados en la herramienta pasan a ser clasificados y modificar su simbología por medio de categorías según su número de casos, se crea un mapa por cada año y un mapa temático general que suma todos los casos registrados desde el año 2010 al 2016.

#### **5.2.7 Fase 7. Carga a ArcGis online**

Durante esta fase y con todos los procesos realizados se pasa a cargar la información de los mapas resultantes a la herramienta en línea ArcGis online, donde se procede a guardar como contenido público, hacer la organización de las leyendas y elegir un mapa base para mostrar la información.

### 5.2.8 Fase 7. Uso API para WebMap ArcGis

Durante esta fase se procede a usar las herramientas de desarrollo de ArcGis con la herramienta API de Javascript y la creación de una página web donde se mostrará la información a modo de consulta desde un navegador web con conexión a internet, mostrando los mapas temáticos creados con las tablas de donde procede la información y el uso de gráficas respectivas para el totalizado de años.

### 5.3 HERRAMIENTAS USADAS

Para el manejo de los diferentes tipos de datos se debe identificar qué herramientas satisfacen los resultados esperados y cuáles son las más óptimas para satisfacer los objetivos descritos.

**Excel.** Por medio de esta herramienta de ofimática se realiza la verificación, corrección, categorización, discriminación de los datos necesitados para el caso de estudio y eliminación de las columnas no necesarias o carentes de información.

**ARCMAP:** herramienta SIG desarrollada por ArcGis para la carga de las tablas, sumarización, y creación de los mapas temáticos.

**ARCGIS ONLINE:** herramienta en línea para la carga, organización y administración de mapas.

**ArcGIS for Developers:** plataforma geoespacial para desarrolladores, donde se puede construir, visualizar y analizar aplicaciones web.

**JavaScript:** JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas. Una página web dinámica es aquella que incorpora efectos como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan al pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario.

**HTML:** lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. Se trata de la sigla que corresponde a HyperText Markup Language, es decir, Lenguaje de Marcas de Hipertexto, que podría ser traducido como Lenguaje de Formato de Documentos para Hipertexto. Permite ciertos códigos que se conocen como scripts, los cuales brindan instrucciones específicas a los navegadores que se encargan de procesar el lenguaje. Entre los scripts que pueden agregarse, los más conocidos y utilizados son JavaScript, CSS y JQuery.



## 6. RESULTADOS

Los datos de los casos de mortalidad materna y capas usadas para el caso de estudio deben ser oficiales, por lo tanto se ingresa a página de Datos públicos Colombia, y se descarga la información, se discriminan los datos que se van a usar y aquellos que serán despreciados y se genera un archivo Excel.

Figura 5 Datos públicos Colombia

The screenshot shows the 'DATOS ABIERTOS Colombia' website interface. At the top, there are navigation links for 'Inicio', 'Descubre', 'Publica', 'Conoce', 'Participa', 'Herramientas', and 'Novedades'. Below the navigation is a search bar and a toolbar with options like 'Administrar', 'Más vistas', 'Filtrar', 'Visualizar', 'Exportar', 'Dejar', 'Iniciar', and 'Acercar de'. The main content is a table with the following columns: ANO, EST\_CIVIL, EDAD, NIVEL\_EDU, ULTCURFAL, OCUPACION, IDPERTET, and IDPUEBIN. The table contains 14 rows of data representing individual cases of maternal mortality.

ANO	EST_CIVIL	EDAD	NIVEL_EDU	ULTCURFAL	OCUPACION	IDPERTET	IDPUEBIN
2015	Estaba soltero(a)	39	Sin información	99	HOGAR	Otro	0
2016	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	34	Básica primaria	5	HOGAR	Otro	0
2010	Estaba soltero(a)	32	Básica secundaria	9	HOGAR	Otro	0
2015	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	18	Básica secundaria	7	AMA DE CASA	Otro	0
2010	No estaba casado(a) y llevaba menos de	19	Básica secundaria	9	HOGAR	Otro	0
2011	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	31	Media académica o clásica	11	HOGAR	Otro	0
2011	No estaba casado(a) y llevaba menos de	16	Básica primaria	2	AMA DE CASA	Indígena	0
2014	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	29	Básica secundaria	9	HOGAR	Otro	0
2014	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	38	Ninguno	0	HOGAR	Otro	0
2010	Estaba soltero(a)	30	Sin información	99		Afrocolombiano	0
2012	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	18	Básica secundaria	8		Otro	0
2012	No estaba casado(a) y llevaba menos de	19	Básica primaria	4	COCINEROS Y AFINES	Otro	0
2015	No estaba casado(a) y llevaba dos o m	35	Básica secundaria	9	HOGAR	Otro	0
2015	Estaba soltero(a)	19	Básica secundaria	9	HOGAR	Otro	0

Fuente: <https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/Mortalidad-materna-directas-e-indirectas-2010-A-20/drzr-mctm#column-menu>

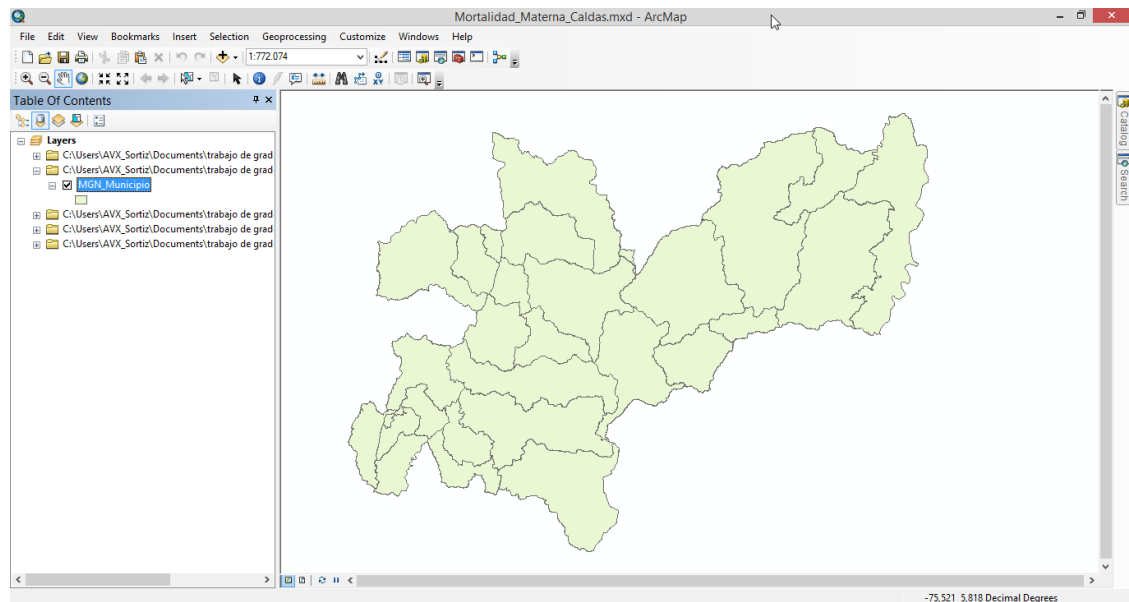
El archivo de Excel es cargado al paquete estadístico SPSS para crear las tablas de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas y cuantitativas.

Figura 6 Excel mortalidad materna

Año Caso	Departamen	Municipio	EDAD	Causa	Procedencia	Escolaridad	Estado Civil	Ocupación	Raza	Seg. So
2010	Caldas	La Dorada	30	ABRUPTIO PLACENTA	Urbano	Sin información	Soltera	SIN INFORMACION	Afrocolombiano	Subsidi
2010	Caldas	Risaralda	24	ANEMIA CRONICA	Urbano	Sin información	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro	No ase
2010	Caldas	Manizales	37	COAGULOPATIA DE CONSUMO	Urbano	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Afrocolombiano	Subsidi
2010	Caldas	Manizales	32	CRISIS EPILEPTICA	Urbano	Primaria	Casada	SIN INFORMACION	Otro	Contrit
2010	Caldas	Chinchiná	19	NEUMONIA	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Contrit
2010	Caldas	Samaná	18	ACCIDENTE CEREBROVASCULAR	Urbano	Secundaria	Soltera	SIN INFORMACION	Otro	Subsidi
2010	Caldas	Pensilvania	32	CRISIS EPILEPTICA	Rural	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2010	Caldas	Aranzazu	32	HEMORRAGIA UTERINA	Rural	Secundaria	Soltera	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2011	Caldas	Neira	23	CANCER DE MAMA CON METASTASIS	Urbano	Sin información	Soltera	SIN INFORMACION	Otro	Subsidi
2011	Caldas	Manizales	22	ABORTO SEPTICO RETENIDO	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro	Contrit
2011	Caldas	Manizales	33	MUERTE OBSTETRICA DE CAUSA NO ESPECIFICADA	Urbano	Profesional	Casada	PROFESORA	Otro	Excepc
2011	Caldas	Manizales	34	PREECLAMPSIA SEVERA	Urbano	Profesional	Casada	PROFESIONALES EN CI	Otro	Contrit
2011	Caldas	Manizales	26	HEMORRAGIA INTRAENCEFALICA	Urbano	Secundaria	Casada	AMA DE CASA	Otro	Contrit
2011	Caldas	Riosucio	18	SINDROME DE HELLP	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	ESTUDIANTE	ROM (Gitano)	Subsidi
2011	Caldas	Chinchiná	16	DENGUE HEMORRAGICO	Rural	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Indígena	Subsidi
2011	Caldas	Chinchiná	31	SEPTICEMIA	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2012	Caldas	Marquetalia	20	EMBARAZO ECTOPICO ROTO	Urbano	Sin información	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2012	Caldas	Marquetalia	25	HEMORRAGIA UTERINA	Rural	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2012	Caldas	La Dorada	18	MUERTE OBSTETRICA DE CAUSA NO ESPECIFICADA	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro	Subsidi
2012	Caldas	Villamaría	28	PREECLAMPSIA SEVERA	Urbano	Tecnica	Casada	PROFESIONALES EN CI	Otro	Contrit
2012	Caldas	Villamaría	40	PREECLAMPSIA	Urbano	Sin información	Casada	AMA DE CASA	Otro	Contrit
2012	Caldas	La Dorada	19	MUERTE OBSTETRICA DE CAUSA NO ESPECIFICADA	Urbano	Primaria	Unión Permanente	COCINEROS Y AFINES	Otro	Subsidi
2012	Caldas	Manizales	22	TROMBOEMBOLISMO PULMONAR MASIVO	Urbano	Secundaria	Soltera	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2013	Caldas	Viterbo	17	NEOPLASIA ENDOCRINA MULTIPLE	Urbano	Secundaria	Soltera	ESTUDIANTE	Otro	Subsidi
2013	Caldas	Manizales	16	SEPSIS DE ORIGEN BILIAR	Urbano	Primaria	Soltera	ESTUDIANTE	Otro	Contrit
2014	Caldas	Marquetalia	18	HEMORRAGIA POSCESAREA	Urbano	Secundaria	Soltera	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2014	Caldas	Villamaría	44	INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA	Urbano	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2014	Caldas	Chinchiná	29	MIOMETRITIS POSTPARTO	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2014	Caldas	Chinchiná	38	ENDOMETRITIS AGUDA SEVERA	Urbano	Analfabeta	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro	Subsidi
2014	Caldas	Manizales	29	DROGODICCION	Urbano	Profesional	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro	Contrit
2014	Caldas	Manizales	27	ECLAMPSIA	Urbano	Secundaria	Soltera	AMA DE CASA	Otro	No ase
2015	Caldas	San José	15	PLACENTA INCRETA	Urbano	Primaria	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Indígena	Subsidi

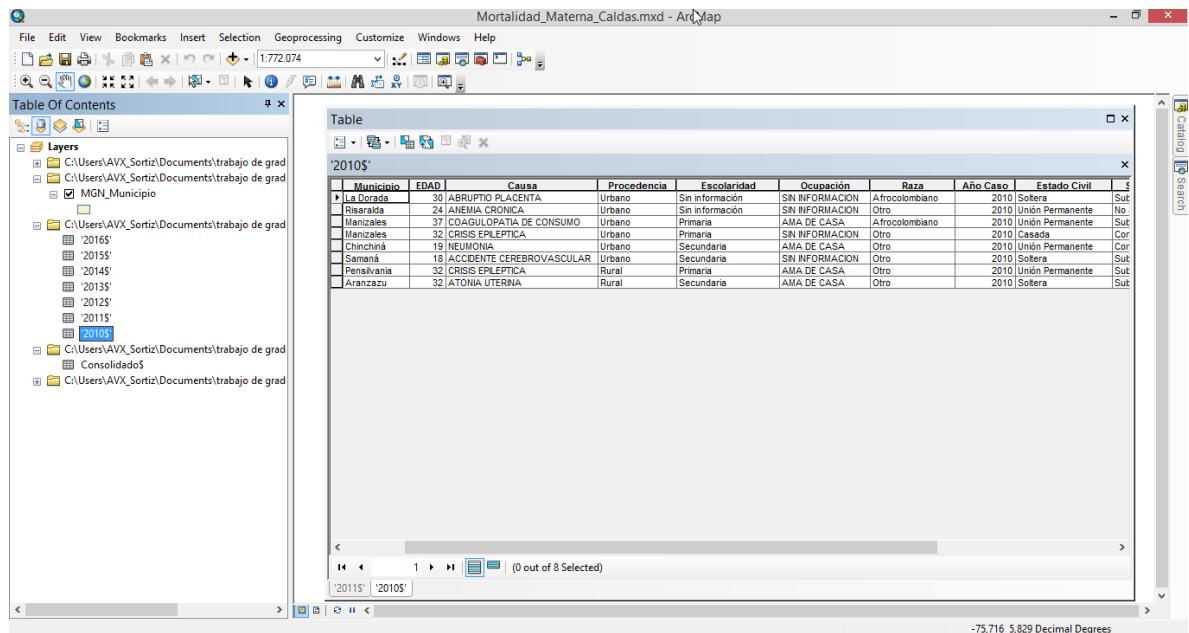
Los datos de la capa a usar se obtienen del Shapfile entregado en una de las clases previas para la especialización, posteriormente se cargan al programa ARCGIS.

Figura 7 SHP departamento Caldas



El archivo Excel se divide por hojas donde cada una contiene la información de cada año para el caso de estudio y se agregan a ARCGIS.

Figura 8 Carga de hojas ARCGIS



Se resume la información de los casos para cada año discriminados por total de casos por municipios y se cruzan con la tabla de la capa usada del departamento de Caldas.

Figura 9 Herramienta Sumarización

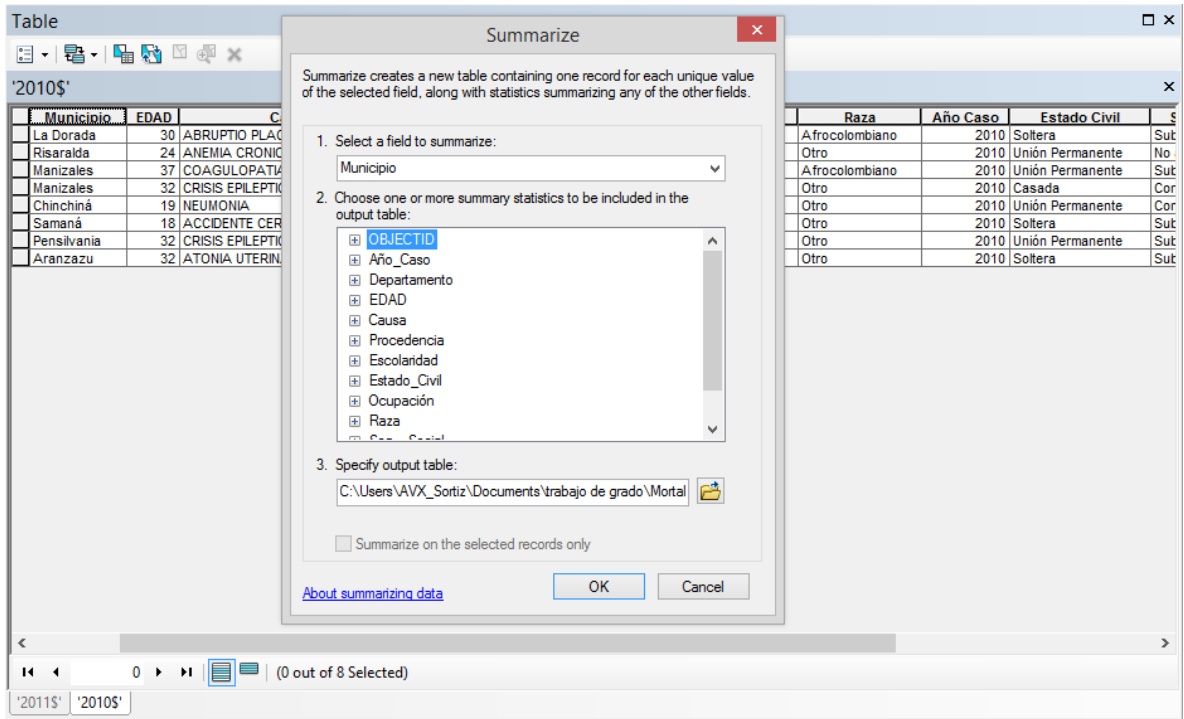


Figura 10 Herramienta unión tablas

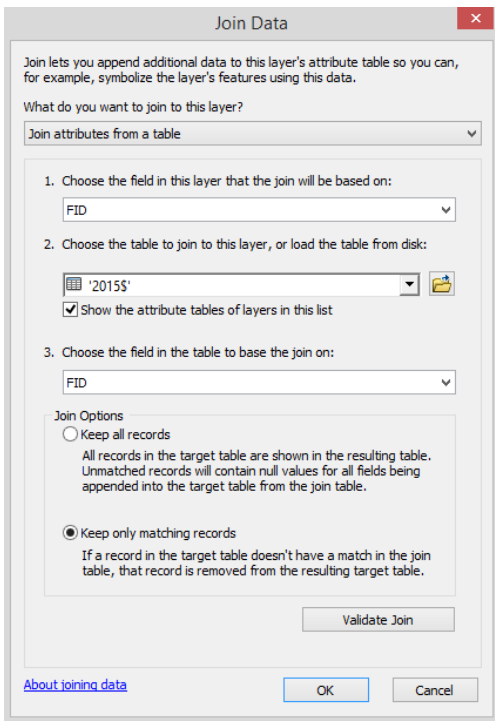


Figura 11 resultado unión tablas

MPIO_CNMBR	MPIO_CCNCT	SHAPE Leng	SHAPE Area	No Casos	Nac Vivos	Tasa Morta
MANZALES	17001	1,387079	0,036095	2	3622	55,218112
AGUADAS	17013	1,343084	0,038734	0	215	0
ANSERMA	17042	0,901177	0,017141	1	279	358,422939
ARANZAZU	17050	0,66993	0,01178	0	142	0
BELALCAZAR	17088	0,590523	0,009101	0	106	0
CHINCHINA	17174	0,758533	0,008832	0	542	0
FILADELFIA	17272	0,619855	0,015842	0	88	0
LA DORADA	17380	1,811921	0,043535	1	996	100,401606
MANZANARES	17433	0,655068	0,015892	0	60	0
MARMATO	17442	0,267927	0,002751	0	182	0
MARQUETALIA	17444	0,495547	0,007372	0	114	0
MARULANDA	17446	1,154613	0,027846	0	142	0
NEIRA	17486	1,31351	0,030506	0	17	0
NORCASIA	17495	0,94915	0,01846	0	223	0
PACORA	17513	0,755461	0,020901	0	62	0
PALESTINA	17524	0,599518	0,009151	0	92	0
PENSILVANIA	17541	1,306182	0,044219	0	179	0
LA MERCED	17388	0,42525	0,007217	0	151	0
RIOSUCIO	17614	1,055061	0,029313	0	590	0
RISARALDA	17616	0,654843	0,007254	0	98	0
SALAMINA	17653	1,107664	0,03161	0	149	0
SAN JOSE	17665	0,464186	0,005027	0	165	0
SUPIA	17777	0,5536	0,010573	0	39	0
VICTORIA	17867	1,380555	0,047276	0	305	0
VILLA MARIA	17873	1,117347	0,037077	0	69	0
VITERBO	17877	0,641758	0,009289	0	535	0
SAMANA	17662	1,628667	0,061919	1	57	1754,385965

Se elabora los mapas por cada año usados en el caso de estudio y usando la cuenta de ArcGIS online se agregan los mapas creados para ser usados en plataformas Web.

Figura 12 Clasificación casos Caldas 2015

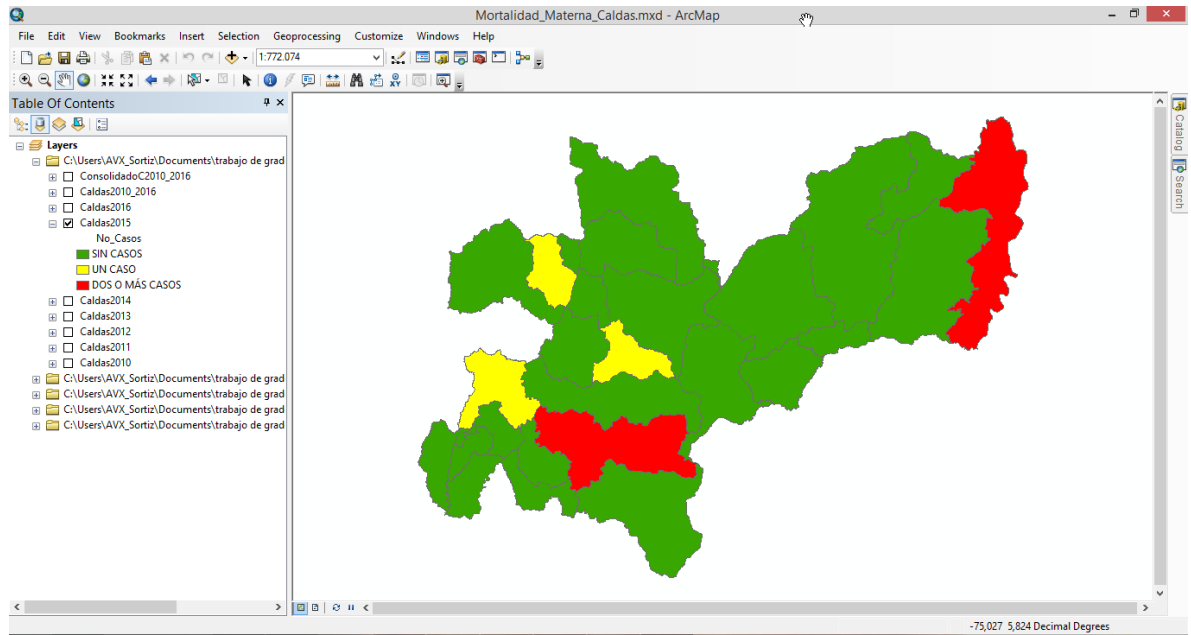
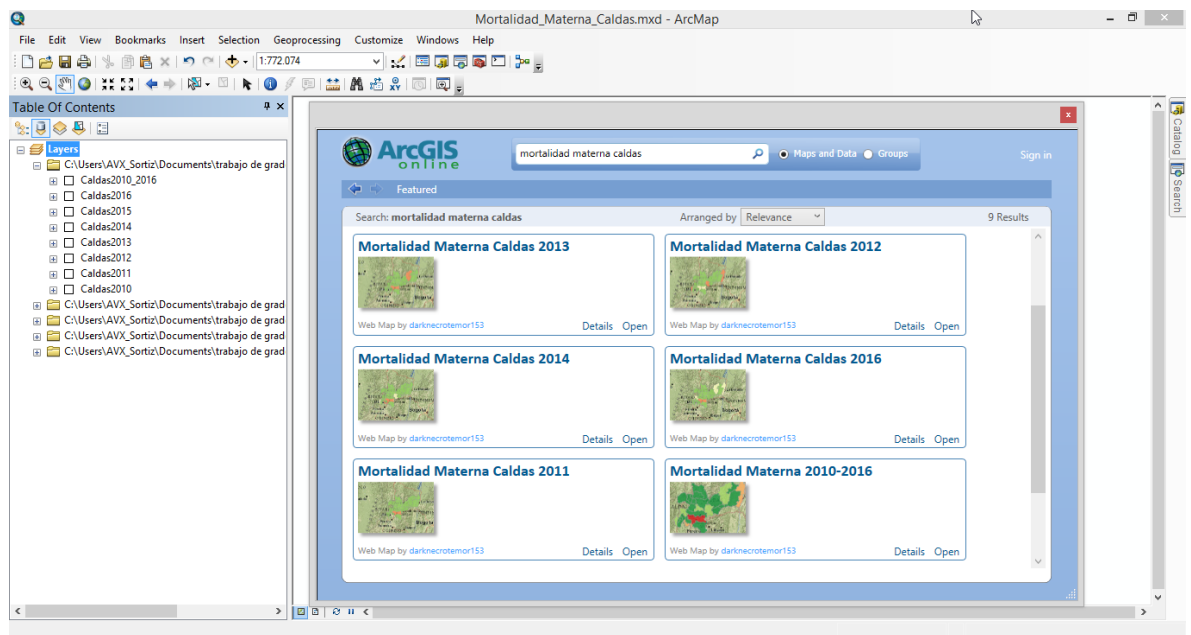


Figura 13 Resultado carga de mapas ARCGIS online

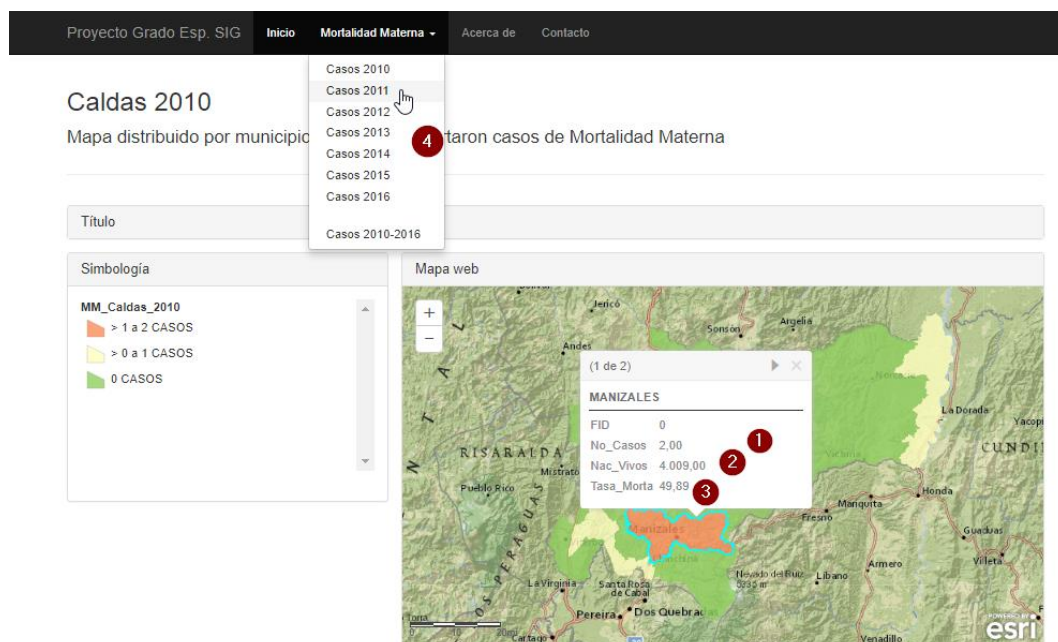


## 6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

Como resultado principal se creó la página web <http://mortalidadmaternacaldasson.tk/>. Donde se puede encontrar la información de los casos separados por años para el departamento de caldas, con las tablas creadas de los casos y donde se puede seleccionar rápidamente por medio de filtros la información de los cada uno de los casos.

Para acceder a la información de los casos reportados en Caldas se usó el Api de Javascript para ArcGIS y HTML como lenguaje de programación para la creación de una página Web, dicho API permite hacer conexión con los mapas creados en ArcMap y posteriormente cargados en ArcGis online para ser mostrados en el sistema de consulta web donde se puede consultar la información de manera sencilla y organizada.

Figura 14 Interfaz web caldas 2010



En la parte de los mapas se muestra la información clasificada por cantidad de casos registrados por municipios (1), con el número de nacidos vivos(2) y su

respectiva tasa de mortalidad (3), en el menú desplegable se puede consultar los casos por cada año(4).

La sección de casos de 2010-2016 contiene el mapa creados desde ArcMap y cargado a ArcGIS online (1) con su respectiva simbología(2), la información consolidada de los reportes de mortalidad materna para los municipios del departamento en forma de tabla(3), al igual que tabla de información y la gráfica resultante de casos separada por años(4).

Figura 15 Descripción secciones Caldas 2010-2016





Figura 16 Visualización Mapa Caldas 2010-2016

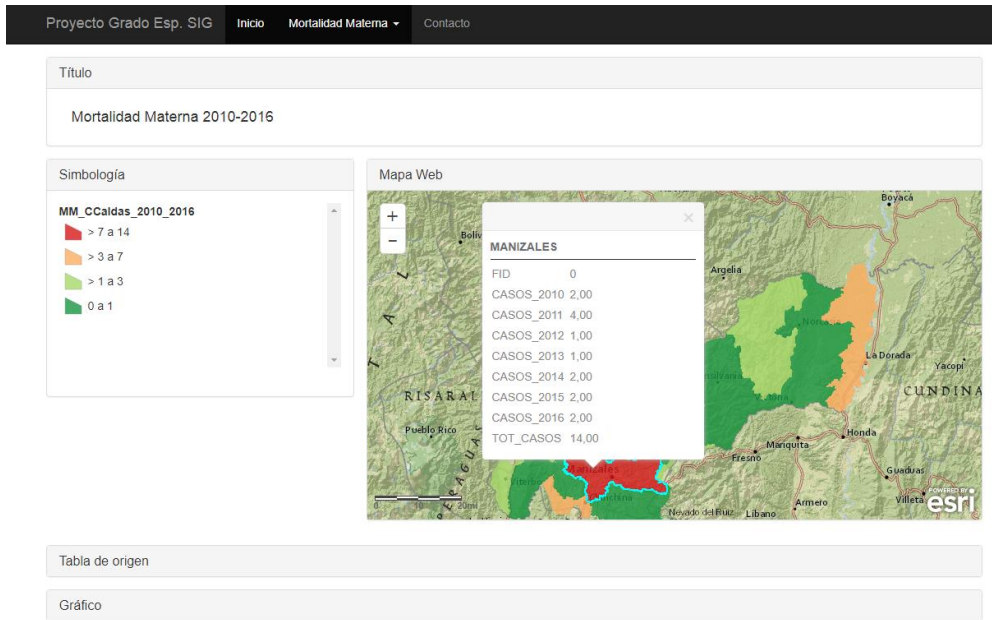


Figura 17 Tabla origen Caldas 2010-2016

Proyecto Grado Esp. SIG Inicio Mortalidad Materna Contacto

Simbología Mapa Web

Tabla de origen

Mostrar 10 registros Buscar:

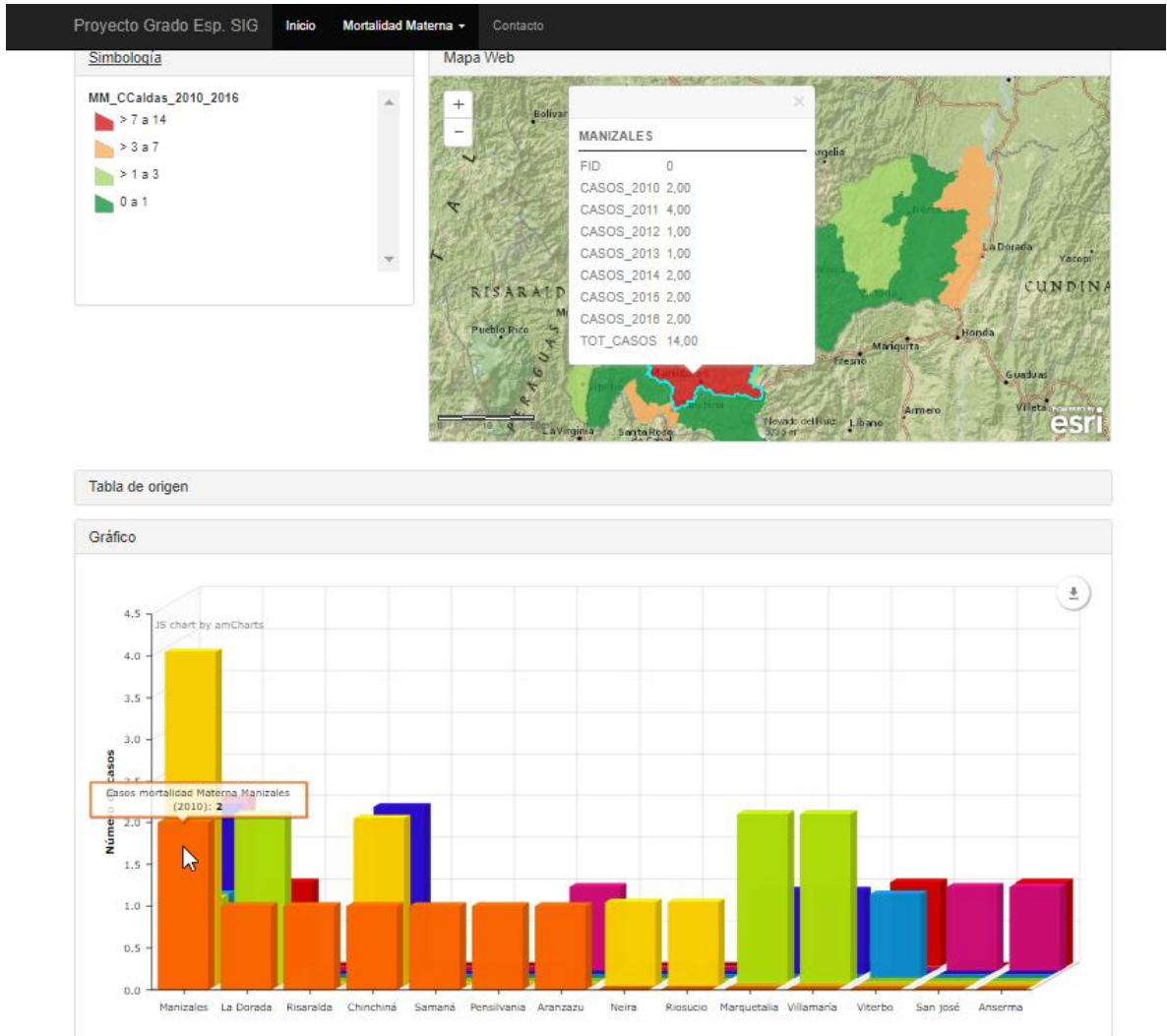
Año Caso	Departamento	Municipio	EDAD	Causa	Procedencia	Escolaridad	Estado Civil	Ocupación	Raza
2010	Caldas	La Dorada	30	ABRUPTIO PLACENTA	Urbano	Sin información	Soltera	SIN INFORMACION	Afrocolombiano
2010	Caldas	Risaralda	24	ANEMIA CRONICA	Urbano	Sin información	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro
2010	Caldas	Manizales	37	COAGULOPATIA DE CONSUMO	Urbano	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Afrocolombiano
2010	Caldas	Manizales	32	CRISIS EPILEPTICA	Urbano	Primaria	Casada	SIN INFORMACION	Otro
2010	Caldas	Chinchiná	19	NEUMONIA	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro
2010	Caldas	Samaná	18	ACCIDENTE CEREBROVASCULAR	Urbano	Secundaria	Soltera	SIN INFORMACION	Otro
2010	Caldas	Pensilvania	32	CRISIS EPILEPTICA	Rural	Primaria	Unión Permanente	AMA DE CASA	Otro
2010	Caldas	Aranzazu	32	HEMORRAGIA UTERINA	Rural	Secundaria	Soltera	AMA DE CASA	Otro
2011	Caldas	Neira	23	CANCER DE MAMA CON METASTASIS	Urbano	Sin información	Soltera	SIN INFORMACION	Otro
2011	Caldas	Manizales	22	ABORTO SEPTICO RETENIDO	Urbano	Secundaria	Unión Permanente	SIN INFORMACION	Otro

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 44 registros

Página anterior 1 2 3 4 5 Página siguiente

Gráfico

Figura 18 Relación pop up Grafico



## 6.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con las tablas de frecuencias absolutas y relativas en SPSS se pasa a hacer una descripción del comportamiento epidemiológico de la mortalidad materna en los años del caso de estudio.

Es importante resaltar que Colombia se había comprometido con las metas del milenio y que fueron evaluados en el año 2015 y de la cual uno de sus objetivos principales era disminuir la mortalidad materna en dos tercios a la registrada en el año 2000 y que correspondía 104 por cada 100000 nacidos vivos, meta que no fue cumplida, no obstante Colombia ha experimentado una disminución en la mortalidad materna que el momento es de 62.9 por 100000 con un índice de confiabilidad del (95% 49.1 - 85.2) lo cual la ubica como el noveno país con mayor tasa de mortalidad materna de América Latina. Cabe resaltar que el impacto de la disminución no es homogéneo en el territorio nacional donde departamentos como el Chocó y Vaupés con una tasa de 200 por 100000 nacidos vivos.

Se considera el indicador de Mortalidad Materna como un indicador de desarrollo y es así como a mayor pobreza mayor es el riesgo que tiene la mujer de morir por causas directas e indirectas derivadas del embarazo, parto y puerperio, es así como el riesgo de muerte de una mujer gestante en África es de uno en dieciséis embarazos, mientras que en América Latina y el Caribe es de 1 en 130 embarazos y en Europa es de 1 en 3700 embarazos, por cual se puede afirmar que mientras los países desarrollados el riesgo de muerte de una mujer gestante es de 1 en 1800, los países en desarrollos es de 1 en 46.

Lo anterior y dada la importancia de Mortalidad Materna como indicador de desarrollo de un país como Colombia y como parte del nuevo Plan Decenal de

salud<sup>37</sup> propone disminuir la Mortalidad Materna a menos del 25 por 100000 nacidos vivos.

Caldas es un departamento pionero en la vigilancia Epidemiológica gracias a la cual tiene una tasa de Mortalidad Materna muy por debajo de la registrada a nivel Nacional, es por esto que los sistemas de información adquieren relevancia en la vigilancia epidemiológica como una estrategia encaminada a mantener los indicadores por medio de una planeación efectiva que permita su intervención en forma oportuna y que lleva a cumplir con el objetivo central de la GAI:

Desarrollar de manera sistemática recomendaciones basadas en la evidencia para prevenir, detección temprana y tratamiento de las alteraciones del embarazo, parto y puerperio con el fin de optimizar la calidad de la atención obstétrica, mejorar la salud materno-fetal y reducir la morbi mortalidad materno perinatal asociada<sup>38</sup>.

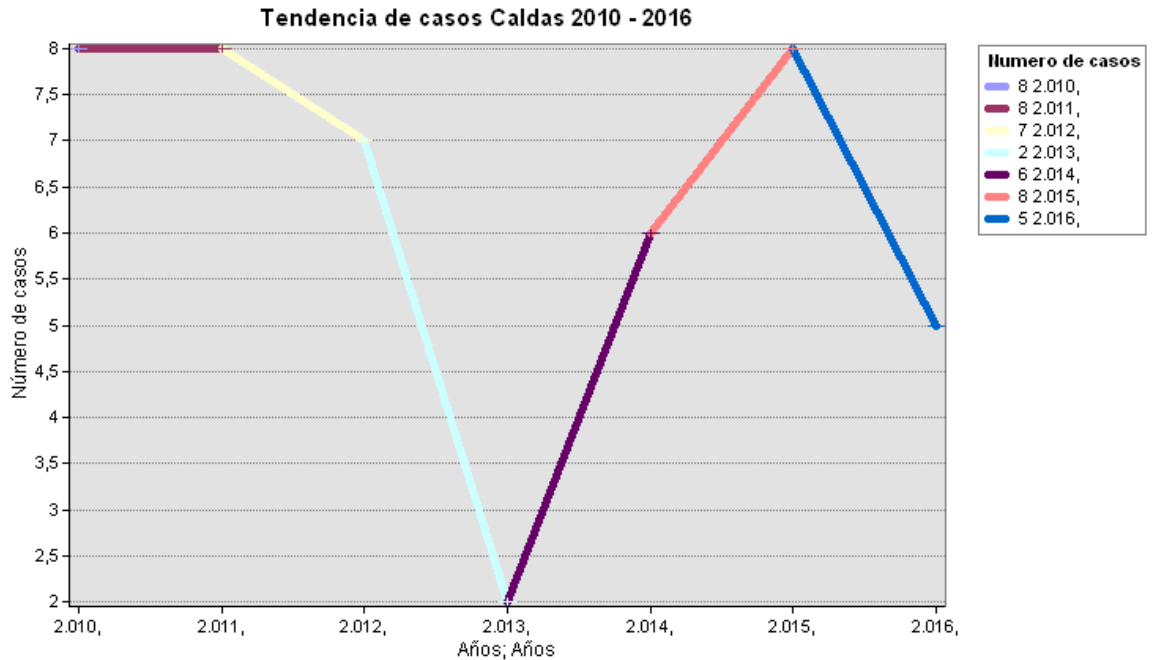
Es así como en el periodo de estudio, años 2010 a 2016, Caldas reportó un total de 44 casos de mortalidad materna, es decir que globalmente fueron más o menos 6.5 casos por años, siendo Manizales quien reportó el mayor número de casos con el 31.8% del total de estos. Cabe destacar que Manizales como capital del departamento de Caldas recibe en remisión los casos de los hospitales del resto del departamento.

---

<sup>37</sup> MINISTERIO DE SALUD. Plan Decenal de Salud. en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. 2013. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <  
<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20-%20Documento%20en%20consulta%20para%20aprobaci%C3%B3n.pdf>>

<sup>38</sup><https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/Gu%C3%ADa.comp leta.Embarazo.Parto.2013.pdf>

Figura 19 Tendencia de casos Caldas 2010-2016



La edad de las maternas que fallecieron se encuentran en un rango de 15 a 44 años con una edad media 26.5 años y el mayor número de mujeres que fallecieron durante este periodo estudiado fueron de 18 años, y dentro de los casos estudiados las maternas fallecidas habían cursado hasta la secundaria con un 43.2% y de un 90.9% procedían de las áreas urbanas.

Como causas directas de la mortalidad materna en Caldas se encontró el aborto, el abruptio, las coagulopatías de consumo, la preclamsia-eclampsia, el embarazo ectópico, las infecciones, hemorragias y síndrome de Hellp. Llama la atención que las muertes por trastornos hipertensivos del embarazo como son la preclamsia, eclampsia y el síndrome de Hellp fueron las aportaron el mayor número de casos con 5 en el periodo de tiempo estudiado.

## 7. CONCLUSIONES

La epidemiología es un sistema de información para la acción, donde las estrategias que contribuyan a mejorar los sistemas de información ayudan a la vigilancia epidemiológica que es el eje central de la salud pública de un país.

Por medio del trabajo sobre mortalidad materna ha demostrado que Caldas ha cumplido con las metas propuestas del milenio ya que la mortalidad materna del departamento es una de las más bajas del país, comparado con otros departamentos que contienen tasas muy altas.

Los sistemas de información geográfico son una serie de herramientas que debería ser mucho más familiares para las instituciones y personas del sector salud que se encargan de la vigilancia epidemiológica ya que por medio de dichos sistemas se muestra de forma práctica y rápida la ubicación los problemas de salud pública de la región y evaluar la magnitud de estos a fin de elaborar planes de acción.

El presente trabajo ayuda a cumplir los objetivos de las guías para la prevención, detección temprana, tratamiento y vigilancia de los problemas que ayudan a disminuir la morbi-mortalidad materno perinatal.

## 8. RECOMENDACIONES

- La capacidad de un sistema de consulta para instituciones y personas en salud puede incrementar la toma de decisiones y vigilancia a medida que se vaya enriqueciendo dicho sistema.
- Las plataformas como los SIG manejan una escalabilidad que permite con más información crear patrones para el manejo futuros casos que se puedan presentar en la región.
- Agregar componentes visuales como gráficas que permitan identificar de forma rápida y eficaz los problemas de escala global para identificar áreas críticas cuando se correlacionan diferentes factores.
- Escalar la visualización de los datos en un enfoque completamente móvil que permita mejor visualización ya que el componente móvil del presente trabajo no se manejó como una necesidad primaria.
- Tomar acción conjunta con entidades gubernamentales de la región para incluir dicha información en los observatorios de vigilancia epidemiológica.



## BIBLIOGRAFÍA

Alonso, F. Sistemas de Información Geográfica. [En línea]. Geografis. S.f. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <<http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>>

Arango, S. GEOSIG: Generación de consultas en un Sistema de Información Geográfica. [En línea]. Universidad de las Américas Puebla. 2014. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/msp/aragon\\_p\\_sm/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/msp/aragon_p_sm/capitulo1.pdf)>

ArcGIS Resource. (s.f.). Introducción a SIG. [En línea]. ArcGIS Resoruce. s.f. [consulta: 18/05/2017]. Disponible en: <<https://docs.google.com/document/d/1xLeUi72drBrHwFTVXu3X4HCllc6MPstTaNkYbVHg5FI/edit#>>

Bosque, S. (1992). Sistemas de Información Geográfica. Rialp. Madrid

Burrough,P.A. & McDonnell,R.A.; 2000: Principles of Geographical Information Systems Oxford University Press, Oxford, 333 pp.

Cerda L, Jaime, & Valdivia C, Gonzalo. (2007). John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. Revista chilena de infectología, 24(4), 331-334.

Goodchild, M.; Haining, R. SIG y análisis espacial de datos: perspectivas convergentes, Investigaciones Regionales, núm. VI, 2005, pp. 175-201, Asociación Española de Ciencia Regional, Madrid, España

Hernández, A.; Azañedo, D.; Bendezú-Quispe, G.; Pacheco-Mendoza, J y Chaparro, M.. Sistemas de información geográfica: aplicación práctica para el estudio de atropellos en el Cercado de Lima, Perú. Rev. perú. med. exp. salud pública. 2016, vol.33, n.4 [consulta: 20/05/2017], pp. 725-731 . Disponible en <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342016000400017&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342016000400017&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 1726-4634. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2016.334.2558>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Fundamentos de sistemas de información geográfica. [en línea]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. S.f. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <[http://geoservice.igac.gov.co/contenidos\\_telecentro/fundamentos\\_sig/cursos/sem\\_2/uni2/index.php?id=32](http://geoservice.igac.gov.co/contenidos_telecentro/fundamentos_sig/cursos/sem_2/uni2/index.php?id=32)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio colombiano. [en línea]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2007. [consulta: 12/05/2017]. Disponible en: <[ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/Geodesia\\_Cartograf%C3%ADa/Cartograf%C3%ADa\\_Modulo.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/Geodesia_Cartograf%C3%ADa/Cartograf%C3%ADa_Modulo.pdf)

Londoño, L.; Horfan, D.; Arroyave, J. y Longas, D.. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teoría de Percolación Aplicados al Estudio de Fenómenos de Propagación en Epidemiología. Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol. 4 No. 1 Junio de 2007, Medellín, ISSN 1657-7663

Loyola, E.; Castillo-Salgado, C.; Nájera-Aguilar, P.; Vidaurre, M.; Mujica, O. y Martínez-Piedra, R. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 12(6), 2002.

Madrid, A. y ORTÍZ, L. (s.f.). Análisis espacial. [en línea]. Universidad Nacional de Colombia. 2010. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf>

Meaden, G. y Kapetsky, J. Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura. [en línea]. FAO ONU. 1992. [consulta: 10/05/2017]. Disponible en: < <http://www.fao.org/docrep/003/t0446s/T0446S00.htm#TOC>

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Guía clínica de las complicaciones hipertensivas asociadas al embarazo Año-2005. [en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. 2005. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: < <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/Gu%C3%ADa.completa.Embarazo.Parto.2013.pdf>>

Ministerio de Salud de Brasil. Experiencia de Brasil para la Mejoría de los Datos de Mortalidad. [en línea]. Lanzamiento de la Red Latino Americana y Caribeña para el fortalecimiento de los Sistemas de Información de Salud (REDLACSIS) Reunión de Directores de Estadística. 2010. [consulta: 17/05/2017]. Disponible en: <[http://www.cepal.org/MDG/noticias/seminarios/3/39373/02\\_Brasil\\_MejDatMort\\_OLibanio.pdf](http://www.cepal.org/MDG/noticias/seminarios/3/39373/02_Brasil_MejDatMort_OLibanio.pdf)>

MINISTERIO DE SALUD REPÚBLICA DE COLOMBIA. Plan Decenal de Salud. en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. 2010. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: < <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20-%20Documento%20en%20consulta%20para%20aprobaci%C3%B3n.pdf>>

Ministerio de Salud República de Colombia. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública: Morbilidad Materna Extrema.[en línea]. Instituto Nacional de Salud

Pública. 2016. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <<http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Mortalidad%20materna.pdf>>

MiniTC. Mortalidad materna directas e indirectas 2010 A 2016. [en línea]. Presidencia de la Republica de Colombia. S.f.. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: < <https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/Mortalidad-materna-directas-e-indirectas-2010-A-20/drzr-mctm>>

Olaya, V. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. Ilustre Colegio Oficial de GEÓLOGOS. 2014. [consulta: 20/05/2017]. Disponible en: <[http://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](http://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf)>

Organización Mundial de la Salud. Mortalidad materna. [en línea]. Organización Mundial de la Salud. 2016. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs348/es/>>

Pareja, H. Epidemiología. Ministerio de Salud F.C.M. [en línea]. U.N. Cuyo. 2011. [consulta: 14/05/2017]. Disponible en: <[http://sistemas.fcm.uncu.edu.ar/enf-epidemiologia/Epidemiologia\\_2011.pdf](http://sistemas.fcm.uncu.edu.ar/enf-epidemiologia/Epidemiologia_2011.pdf)>

PNUD. Objetivos de desarrollo del Milenio. [en línea]. Organización de Naciones Unidas. 2014. [consulta: 15/05/2017]. Disponible en: <<http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/MDG%20Country%20Reports/Colombia/informeannualodm2014.pdf>>

Rapallo, R. Utilización de Sistemas de Información Geográfica para la Seguridad Alimentaria Sostenible en Zonas Marginadas de Honduras, Nicaragua y Guatemala. [en línea]. FAO UN. 2003. [consulta: 21/05/2017]. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/tC/tCA/ESP/pdf/rapallo/Portada.pdf>>

Revista Espores. Investigamos el medio ambiente en el siglo XXI. [en línea].  
Revista Espores. s.f. [consulta: 18/05/2017]. Disponible en:  
<<http://espores.org/es/component/k2/aix%C3%AD-investiguem-el-medi-ambient-en-el-segle-xxi.html?tmpl=component&print=1>

SECRETARIA DE SALUD. Protocolos de vigilancia epidemiológica- guías integrales de atención iv edición. [en línea]. dirección seccional de salud de Antioquia oficina de epidemiologia. S.f.. [consulta: 23/05/2017]. Disponible en:  
<<https://www.dssa.gov.co/index.php/programas-y-proyectos/salud-publica/item/443-vigilancia-epidemiologica>

UNICEF. ODM5 Mejorar la salud materna. [en línea]. UNICEF. 2015. [consulta: 17/05/2017]. Disponible en: <<https://www.unicef.org/honduras/ODM5.pdf>