

Sistema de Información Geográfica para la administración de proyectos de la
Secretaría de Agricultura de Caldas

Jaqueline Valencia Arcila

Luis Felipe Muñoz Arroyave

Willmer Yesid Vera Montoya

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica
Manizales
2013

Sistema de Información Geográfico para la administración de proyectos de la
Secretaría de Agricultura de Caldas

Jaqueline Valencia Arcila

Luis Felipe Muñoz Arroyave

Willmer Yesid Vera Montoya

Trabajo de tesis para optar por el título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Asesor
Ricardo Sanabria

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica
Manizales
2013

Resumen

La utilización del procesamiento de información de forma geográfica se ha convertido en una de las formas más eficientes de generar conocimiento basados en datos complejos como su posición en los mapas, en la Secretaria de Agricultura de la Gobernación de Caldas se ha presentado la necesidad de implementar este tipo de sistema para que así sea mucho más clara la ubicación y la dirección que han estado tomando los recursos en posesión de la misma y poder determinar de una forma más ágil las zonas más necesitadas y en las que ya se están utilizando mucho recursos, y de este modo equilibrar las inversiones intentando alcanzar una equidad en el apoyo prestado por la gobernación.

Para dicho fin se ha optado por crear un nuevo sistema de información geográfica que se encargara de manipular y procesar la información ya obtenida y presentar evidencia grafica del estado actual de Caldas respecto a las inversiones ya existentes, para dicho proceso será implementado un sistema de software completamente libre orientado a la web, usando herramientas como PostGIS, OpenLayers, Geoserver y PHP en el proceso.

Junto con ello el sistema también funcionará como un prestador de servicios seleccionados por la misma Gobernación, convirtiendo algunos mapas en consultables e interoperables por otras instituciones y aportando así al crecimiento en la utilización de servidores de mapa con estándares como WMS.

Palabras clave: SIG, geografica, Web, WMS.

Abstract

The use of information processing by geographical area has become one of the most efficient ways of generating knowledge based on complex data and their position on maps, in the Ministry of Agriculture of the Government of Caldas has presented the need to implement this type of system to make it so much clearer the location and direction have been taking resources in possession of it and to determine in a more agile the most deprived areas and those already in use much resources, and thus trying to balance investments achieve equity in support of the government.

To this end it was decided to create a new geographic information system to take care of handling and processing the information already obtained and present graphic evidence of the state of Caldas respect to existing investments for this process will be implemented a software system completely free web-oriented, using tools such as PostGIS, OpenLayers, GeoServer and PHP in the process.

Along with this the system will also function as a service provider selected by the same Government, converting some maps searchable and interoperable with other institutions and contributing to the growth in the use of map servers such as WMS standards.

keywords: SIG, geographic, Web, WMS.

Introducción

Desde hace ya un largo tiempo los sistemas de información geográfica se han convertido en una solución muy acertada en distintos aspectos como la toma de decisiones o la interoperabilidad de información geográfica entre todo el mundo eliminando de a poco la redundancia de datos que se tenía muy ligada hace algunos años debido a que no había forma posible de acceder a datos generados por otras personas o instituciones anteriormente, la nueva perspectiva mundial de publicación de mapas consumibles elimina este problema, ayudando en gran medida a centralizar y especializar los datos y minimizando el tiempo de desarrollo de los mismos, por otro lado existe muy poca incompatibilidad entre los datos gracias a una cantidad existente de estándares para la publicación de mapas que ya son aplicados automáticamente por los servidores de mapas actuales y son completamente transparentes para el usuario, diseñador o programador de la aplicación.

Gracias a esto, cada vez es mayor la iniciativa de convertir la información existente en bases de datos normales u otros medios en este tipo de sistema, mejorando la toma de decisiones, agilizando procesos, aclarando situaciones y aportando un poco al sistema global de interoperabilidad de mapas temáticos web, por esto mismo la Gobernación de Caldas desea organizar sus proyectos del mismo modo, de tal forma que los recursos obtenidos por parte del gobierno para sustentar todo el departamento sean usados en las zonas que realmente lo necesitan.

Justificación

Actualmente y desde la constitución de la Secretaría de Agricultura de la Gobernación de Caldas, en esta entidad se manejan una cantidad de proyectos de diverso orden: Agrícolas, pecuarios, piscícolas y agroindustriales, orientados a mejorar las condiciones de la población rural, y enfocados a pequeños y medianos productores agropecuarios y, ante todo, a comunidades organizadas en esquemas asociativos. Estos proyectos año a año se estructuran en un Plan de Acción, el cual es la ruta de trabajo durante la vigencia fiscal, sin embargo, y debido a la inexistencia de herramientas tecnológicas apropiadas, se es imposible determinar a ciencia cierta y lo más cercano a la realidad cuáles son las áreas rurales atendidas por estos proyectos, cuál es realmente la población beneficiada, impedir una redundancia en la inversión de recursos en las mismas poblaciones y hacer un efectivo seguimiento a la ejecución del Plan de Desarrollo.

Una planificación desorganizada basada en peticiones de la población, poco o ningún seguimiento a la ejecución de programas y proyectos, una descoordinación interinstitucional con otras entidades que hacen presencia en el campo, un desconocimiento de las reales zonas de atención por parte de la Secretaría, un desbalance en la utilización de recursos para el departamento, invirtiéndose estos en las mismas poblaciones; son otras de las falencias por las que atraviesa La Secretaría de Agricultura.

Por lo anterior, se presenta una necesidad urgente de generar un mecanismo que pueda administrar de manera eficiente los diferentes recursos y la orientación de los proyectos hacia la población rural del Departamento de Caldas, ya que actualmente es difícil determinar cuáles zonas del departamento no han sido beneficiadas por los mismos.

Debido a esto, se presenta un proyecto orientado a manipular dicha información mediante un Sistema de Información Geográfico, este sistema convertirá las tareas antes mencionadas en salidas gráficas que ofrecen una mayor sencillez a los usuarios de toda la secretaria en lo que respecta a la toma de decisiones y manipulación de información por parte de los funcionarios, de este modo, el sistema podrá almacenar la información de cada uno de los proyectos y determinar si hay zonas en las que estos se están acumulando y que tanto se está invirtiendo en estos, de tal modo que se puedan redestinar los recursos de una forma más equitativa en todo el departamento.

Planteamiento del problema de investigación

Desde hace varios años las organizaciones e instituciones han entrado en el auge de migrar sus procesos internos de producción, contabilidad, administración de recursos humanos, control de procesos, planeación y la toma de decisiones, mediante la implementación y uso de Tecnologías de Información y Comunicación, desarrollando aplicaciones informáticas que sirven de soporte tecnológico a las operaciones y procedimientos que se requieren en dichas empresas.

Son estas Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación como actualmente se denomina este concepto, lo que hace que lo cotidiano se vaya transformando cada día con el surgimiento casi exponencial de equipos electrónicos e informáticos que llegan a suplir necesidades crecientes de comunicación, transmisión, desplazamientos y almacenamiento de grandes volúmenes de información.

Paralelamente a este crecimiento acelerado de las TIC, se ha venido dando el auge de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG), en donde se interrelacionan tanto las TIC como las ciencias de la Tierra en una plataforma de representación espacial de información, lo que permite una recolección, manejo y análisis espaciotemporal de datos relacionados con los recursos, las características de los espacios naturales y los aspectos socioeconómicos de una zona.

Es así, como estas TIC y TIG juegan un papel fundamental para diversas ramas de la ciencia como la Agricultura, geología, arquitectura, geomática, ingenierías, redes y telemática; sirviendo de soporte tecnológico para las diversas aplicaciones que se dan en cada una de estas áreas, o interrelacionarlas entre sí para la generación de nuevas soluciones a problemas de la sociedad, para la toma de mejores y más acertadas decisiones, o para un manejo óptimo de recursos que permitan aumentar los indicadores de efectividad de las organizaciones tanto estatales como de carácter privado.

Para el Departamento de Caldas en particular, específicamente para la Secretaría de Agricultura, el desarrollo de nuevas aplicaciones informáticas se hace cada vez más urgente. Estas permiten por un lado, una administración periódica del Plan de Desarrollo Departamental, y por el otro un constante seguimiento a las inversiones y ejecuciones presupuestales en cada uno de los Municipios Caldenses. Sin embargo, se adolece de herramientas y sistemas de Tecnologías de información geográfica que integren tanto la información variable de dichos proyectos como su real ubicación geográfica en un espacio de tiempo y localización específica.

Por lo anterior, surge como idea de proyecto la implementación de un Sistema de Información Geográfico para la administración de proyectos de la Secretaría de Agricultura de Caldas, que permita dar soporte tecnológico al seguimiento de los programas que esta dependencia ejecuta en cada uno de los Municipios de Caldas. Así mismo, integrarlos a inversiones presupuestales, información geográfica de población, áreas agropecuarias de intervención, comunidades, entre otras, y que, como principal salida del sistema, se generen mapas temáticos de información que apoyen la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de cada uno de dichos proyectos y programas.

El fondo del problema:

Actualmente la administración de los proyectos de la Secretaría de Agricultura de Caldas no posee formas de conexión entre sí que permita determinar a ciencia cierta las zonas geográficas que son atendidas por estos, además tampoco es posible realizar cruces entre estas zonas y establecer la población que redunde en atención, lo que posibilitará optimizar los recursos financieros y llegar a otras comunidades que tal vez no se están viendo beneficiadas por los programas de la Secretaría.

Carencia de una herramienta tecnológica para dar soporte a la toma de decisiones de cada uno de los proyectos, haciéndose este proceso actualmente por peticiones de la población o a libre decisión del jefe de turno, lo que no da un cimiento sólido ni eficiente para determinar las zonas necesitadas.

El generador:

¿Los recursos actuales si se estarán invirtiendo en las zonas que más lo necesitan?

¿Cómo relacionamos los proyectos actuales para evitar que las diferentes soluciones se concentren en algunos puntos del departamento?

La solución presunta:

Generar un SIG para la secretaria de agricultura de la gobernación de Caldas que permita determinar en qué zonas del departamento se encuentran distribuidos los programas y proyectos que ejecuta esta dependencia, siendo también posible relacionar los mismos entre sí para que sea más claro y visible en que zonas se están llevando a cabo, facilitando la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Descripción del problema

El contexto en el que se desarrolla el problema:

- Gobernación de Caldas.
- Secretaria de Agricultura.
- Departamento de Caldas.
- 27 Municipios de Caldas.

Mirada global, nacional y regional:

Regional:

A nivel regional, tenemos el SIG Quindío, el cual maneja el sector agropecuario, industrial, socioeconómico, salud, educación, gestión del riesgo, industria y comercio y ordenamiento territorial, podemos encontrar este SIG en la siguiente página:

<http://190.24.137.84:85/SIGQUINDIOI3.5/VisorGeneral.aspx>

Nacional:

En el ámbito nacional, tenemos como ejemplo el sistema de información geográfica encontrado en los agromapas del ministerio de agricultura, este SIG nos brinda información de áreas pecuarias, agrícolas, uso de suelo, presencia de cultivos y otros temas, podemos encontrarlo en el siguiente link:

<http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Agromapas/Agromapas.aspx>

Internacional:

SIGA. Sistema de información geográfica para la identificación de las parcelas agropecuarias, el SIGPAC es un sistema de información geográfica, dedicado al control de las ayudas agrícolas de la PAC (Política Agraria Común). Esta herramienta es de obligada utilización en la gestión de las ayudas comunitarias, siendo la base identificativa de cualquier tipo de ayuda relacionada con la superficie. Dispone de soporte gráfico del terreno, de las parcelas y recintos con usos o aprovechamientos agrarios definido, podemos encontrarlo en los siguientes links:

SIGPACA:

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

SIGA: Sistema de información geográfica de datos agrarios:

<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-datos-agrarios/>

Antecedentes:

Desde hace más de 40 años, los programas y proyectos de la secretaria de agricultura se manejan a través de un banco de programas y proyectos en donde se registra información como municipios a atender, metas y presupuesto asignado; sin embargo a estos proyectos no se les hace un seguimiento periódico durante su etapa de ejecución ni mucho menos se logra determinar a ciencia cierta la población beneficiada ni visualizar la que no se ha favorecido por ningún proyecto.

Hechos, explicaciones y sus relaciones:

Inexistencia de herramientas tecnológicas apropiadas para el manejo de este tipo de información que permitan una toma de decisiones más acertadas.

Enorme cantidad de información que en la actualidad no es posible relacionar mediante sistemas de información comunes y que se encuentra dispersa en sistemas independientes.

Desconocimiento de la realidad de hacia donde se dirigen realmente los recursos y proyectos ejecutados por la secretaria.

Se desconoce la cantidad de proyectos que están atendiendo a una población específica, por lo cual es difícil determinar la prioridad en aplicación de proyectos sobre estas poblaciones.

Delimitación del problema

¿Dónde?: Manizales, Caldas, Gobernación de Caldas, Secretaria de Agricultura.

¿Cuándo?: Se viene presentando este tipo de situación desde la creación de la secretaria de agricultura, Decreto 900 de 2004.

¿A quién afecta?: El problema afecta principalmente al secretario de agricultura siendo este el principal usuario del SIG y de forma secundaria a los diferentes funcionarios de la secretaria de agricultura.

¿Recursos disponibles?

- 2 Ingenieros de Sistemas y Telecomunicaciones, 10 horas semanales por persona.
- 1 Administrador de Sistemas Informáticos. 10 horas semanales.
- 3 Ingenieros Agrónomo (Secretaria de Agricultura), de los cuales el primero utiliza 2 horas semanales, mientras que los dos últimos trabajarán a tiempo completo recopilando información en campo que será utilizada.
- 1 Médico Veterinario Zootecnista (Secretaria de Agricultura). 2 horas semanales.

¿Cuáles son las prioridades de los afectados?

El secretario de agricultura tiene como prioridad definir una forma ágil de determinar en donde están afectando los proyectos de la secretaria actualmente para lograr una toma de decisiones acertada.

La prioridad de los funcionarios es mantener el SIG actualizado, junto con la generación de una serie de consultas que sirven para aplicar al mismo SIG y tener la información en perfecto estado para que sea revisada por el secretario de agricultura, junto con un seguimiento periódico de la evolución de cada uno de los proyectos que ellos lideran.

¿Tiempo?

6 meses.

Hipótesis

¿Un SIG de proyectos de la Secretaria de Agricultura de la Gobernación de Caldas, permitirá una toma de decisiones más acertada para la optimización de recursos y el aumento de la cobertura?

¿La diversidad de proyectos permitirá la escalabilidad del SIG?

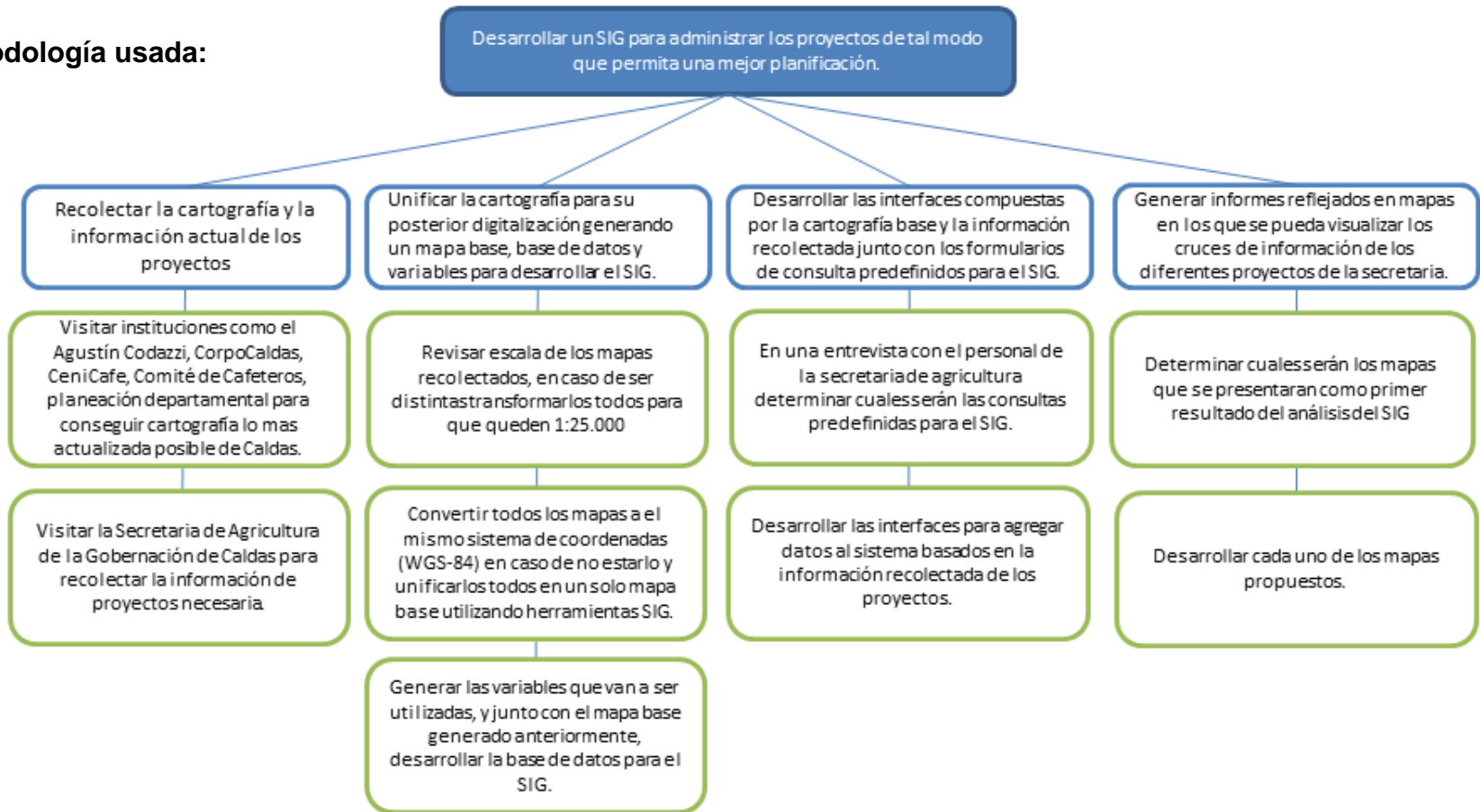
Objetivo General:

Desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para administrar los proyectos de la Secretaria de Agricultura de Caldas que permita una mejor planificación en la distribución de recursos y la población a atender.

Objetivos específicos:

- Recolectar la cartografía base del departamento de Caldas y la información actual del desarrollo de los proyectos de la secretaria de agricultura.
- Unificar la cartografía conseguida en una única escala y sistema de coordenadas para su posterior digitalización logrando generar un único mapa base, base de datos y variables en la herramienta utilizada para desarrollar el SIG.
- Desarrollar las interfaces compuestas por la cartografía base y la información recolectada de la secretaria de agricultura junto con los formularios de consulta predefinidos para el SIG.
- Generar informes reflejados en mapas en los que se pueda visualizar los cruces de información de los diferentes proyectos de la secretaria.

Metodología usada:



Estado del arte, marco teórico.

1. El departamento de Caldas.
 - 1.1 Historia
 - 1.2 Ubicación geográfica
 - 1.3 Localización
 - 1.4 Extensión
 - 1.5 Economía Departamental
 - 1.6 División política

2. La Gobernación de Caldas.
 - 2.1 Estructura Orgánica
 - 2.2 Valores Institucionales
 - 2.2.1 Misión
 - 2.2.2 Visión
 - 2.2.3 Principios
 - 2.2.4 Objetivos de Calidad

3. La Secretaria de Agricultura
 - 3.1 Organigrama Institucional
 - 3.2 Principales Funciones
 - 3.2.1 Despacho secretario
 - 3.2.2 Unidad de desarrollo agrícola, pecuario, Piscícola y Forestal
 - 3.2.3 Unidad de desarrollo agroindustrial y de comercialización
 - 3.3 Personal de planta
 - 3.4 Programas y proyectos

4. Los Sistemas de Información Geográfica - SIG.
 - 4.1 Diferencia entre SIG y CAD
 - 4.2 Componentes
 - 4.2.1 Bases de datos espaciales
 - 4.2.2 Herramientas SIG
 - 4.2.2.1 ArcGIS
 - 4.2.3 Representación de datos
 - 4.2.3.1 Raster
 - 4.2.3.2 Vector

5. Los SIG en Agricultura

Estado del arte

1. El Departamento de Caldas

1.1 Historia

El Departamento de Caldas Caldas es uno de los 32 departamentos de Colombia, con una población aproximada de 1.030.062 habitantes según proyecciones demográficas del año 2010 (DANE) y una superficie de 7.888km². Su capital es Manizales.

Inicialmente formó parte del departamento de Antioquia. Fue creado en 1905 y hasta 1966 comprendió los territorios que ocupan los departamentos de Risaralda y Quindío, que se segregaron.

1.2 Ubicación Geográfica

El territorio del Departamento de Caldas se localiza en la parte centrooccidental del país, en la región andina. Comprende áreas predominantemente montañosas, que hacen parte de las cordilleras central y occidental; posee zonas planas y onduladas ubicadas al oriente, pertenecientes al valle medio del río Grande de la Magdalena, y al occidente los valles de los ríos Risaralda y Cauca.

El Departamento se favorece de su posición en la zona andina; cuenta con pisos térmicos desde cálido hasta nival; goza de suelos fértiles y pluviosidad adecuada para la ganadería y para la diversificación agrícola y de utilización del suelo.

1.3 Localización

El Departamento de Caldas se halla comprendido dentro de las siguientes coordenadas: El punto extremo norte se encuentra localizado en la región oriente a los 5°46'50" de latitud norte, en el sitio San Ignacio, situado en la desembocadura de la cañada la Caridacita sobre el río la Miel, a 3 Km.

Al oriente 74°37'53" en el río Grande de la Magdalena.

Al sur, 4°49'19" de latitud norte, en el nevado de Santa Isabel, punto limítrofe entre los Departamentos de Caldas, Risaralda y Tolima.

Al occidente, 75°57'26" de longitud al oeste de Greenwich, en la desembocadura del río Apía, al sureste de la localidad de Santuario.

1.4 Extensión

El territorio Caldense tiene un área de 7.888 Km², que representa el 0.7% del total del país, que en términos generales se puede considerar irregular y accidentado. La distancia máxima del territorio en sentido longitudinal es de 230 Km, y latitudinal 95Km, con un perímetro total estimado de 628 Km.

1.5 Economía Departamental

La estructura económica hace relación a la conformación de la base productiva, de acuerdo con los tres sectores económicos. También comprende la forma como estos sectores se integran entre sí para originar un volumen de bienes y servicios que utilizará la comunidad para satisfacer sus necesidades.

SECTORES ECONÓMICOS	SUBSECTORES ECONÓMICOS
Sector Primario: Son todas aquellas actividades económicas relacionadas con la explotación de los recursos naturales.	Agricultura, ganadería, caza, pesca, silvicultura, minería.
Sector Secundario: Incluye todas las actividades económicas que implican una transformación de las materias primas, con el fin de obtener productos manufacturados.	Industria manufacturera, pequeña industria, industria artesanal, industria pesada.
Sector Terciario: Es el sector que produce servicios para los dos sectores anteriores, con el fin de que estos puedan generar su volumen de producción.	Construcción, comercio, transportes, alquiler de viviendas, comunicaciones, servicios públicos, banca, finanzas, servicios personales y del Gobierno.

1.6 División Política

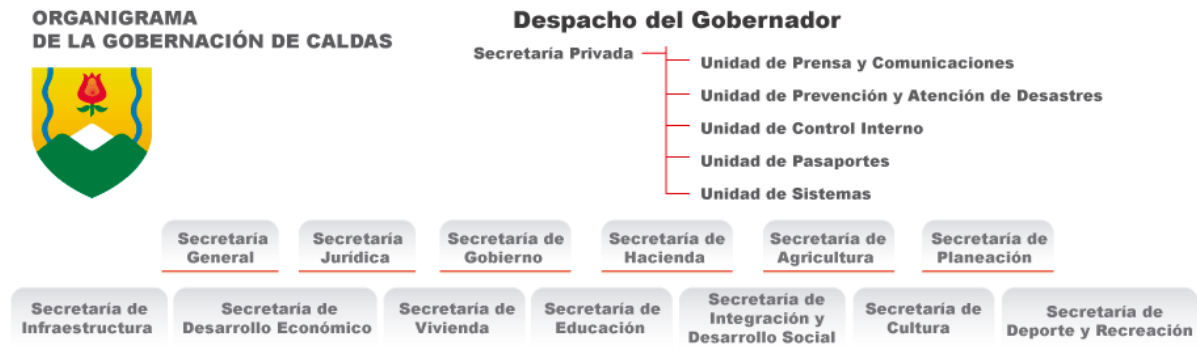
El Departamento de Caldas se ha dividido en seis subregiones o Distritos que alcanzan a tener características de cierta homogeneidad en lo físico, agro ecológico, social, cultural y económico, así:

Subregiones		
Occidente Alto Riosucio Marmato Supía La Merced Filadelfia	Centro Sur Manizales Neira Villamaría Chinchiná Palestina	Occidente Bajo Anserma Belalcázar San José Risaralda Viterbo
Magdalena Caldense Norcasia Samaná Victoria La Dorada	Oriente Cercano Manzanares Marquetalia Marulanda Pensilvania	Norte Aguadas Pácora Salamina Aranzazu

2. La Gobernación de Caldas

Con la creación del Departamento de Caldas en el año de 1905, se crean también sus figuras políticas y administrativas de dirección y gobernabilidad, siendo el Gobernador de Caldas el máximo dirigente del Departamento. Este Gobernador es elegido por voto popular, ejerciendo un periodo de cuatro años y quien también nombra su gabinete compuesto por sus secretarios.

2.1 Estructura Orgánica:



2.2 Valores Institucionales:

2.2.1 Misión:

Planificar, promover y ejecutar políticas y programas que aseguren un desarrollo sostenible dentro del territorio Caldense, atendiendo los criterios de coordinación, complementariedad y subsidiaridad con los municipios y de intermediación con la nación, así como en la coordinación y prestación de los servicios que determinen la constitución y las leyes.

2.2.2 Visión:

Para el año 2025, Caldas será un territorio propicio para la creación de riqueza con equidad y la generación de trabajo digno, a partir de la ejecución del presente Plan de Desarrollo, y habrá marcado el camino definitivo para garantizarles a todos sus habitantes, las posibilidades de un pleno desarrollo y de una convivencia armónica con inclusión de todos sus sectores, respetando la diversidad étnica, social y cultural, para la construcción de una paz y prosperidad duradera en nuestra región.

2.2.3 Principios:

- 2.2.3.1 Respeto por la cosa pública
- 2.2.3.2 Transparencia
- 2.2.3.3 Excelencia en la Gestión Pública
- 2.2.3.4 Pertenencia

- 2.2.3.5 Diálogo
- 2.2.3.6 Independencia

2.2.4 Objetivos de Calidad:

- 2.2.4.1 La Equidad social
- 2.2.4.2 La Competitividad
- 2.2.4.3 La Sustentabilidad y sostenibilidad
- 2.2.4.4 Integración
- 2.2.4.5 Mejoramiento continuo

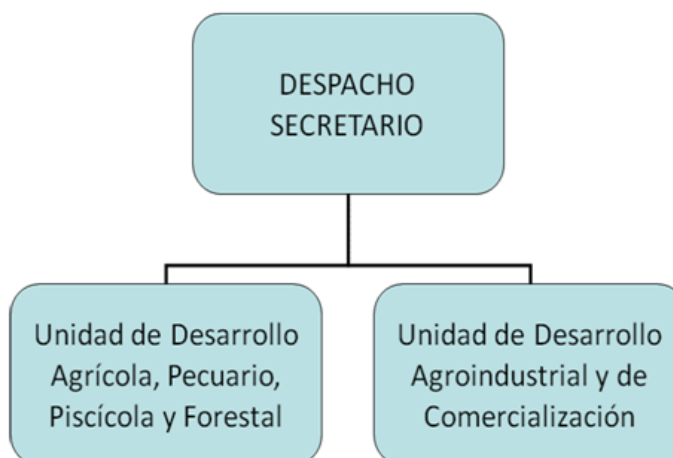
3. La Secretaría de Agricultura

Antes del 24 de Diciembre del año 2001 la Secretaría de Agricultura como tal no existía dentro de la estructura organizacional de la Gobernación de Caldas. Las funciones de esta dependencia eran asumidas por la UDPA – Unidad de Desarrollo y Planeación Agropecuaria – entidad adscrita a la Secretaría de Obras Públicas. Sólo hasta el año 2001 y con la aprobación del Decreto 900 del 2001 por parte de la Asamblea Departamental, se crea la Secretaría de Agricultura de Caldas con las funciones que actualmente ejecuta.

La Secretaría de Agricultura es la oficina encargada de apoyar los sectores Agropecuarios y Agroindustriales del Departamento. Es la encargada de dirigir el proceso de planificación del desarrollo agrícola, pecuario, piscícola y forestal, de acuerdo con las políticas nacionales y sectoriales, con la participación de todos los actores del sector, incluyendo academias, centros de investigación y entidades transversales agroindustriales.

3.1 Organigrama Institucional

Como reposa en el decreto de creación de la Secretaría de Agricultura, el siguiente es el organigrama institucional:



3.2 Principales Funciones

3.2.1 Despacho Secretario

- Dirigir el proceso de planificación del desarrollo de los sectores agrícola, pecuario, piscícola y forestal del departamento de acuerdo con las políticas nacionales y con las instrucciones del mandatario de turno.
- Orientar los procesos de elaboración de los planes de acción de los sectores mencionados, según las normas existentes para tal fin.
- Administrar debidamente todos los recursos físicos, técnicos y el talento humano de la Secretaría, en orden a lograr los máximos niveles de rentabilidad social en los sectores de su competencia.
- Propender por la generación de alianzas estratégicas con todos los actores sociales que ejercen actividades en los mismos.
- Prestar especial atención a las prioridades derivadas de las demandas de acompañamiento por parte de las administraciones municipales y subregionales.
- Gestionar ante las instancias nacionales e internacionales la consecución de recursos de cooperación técnica y financiera para el cabal cumplimiento de los objetivos de la Secretaría.

- Orientar el ordenamiento territorial departamental hacia la configuración de subregiones para la viabilización del desarrollo agroindustrial.

3.2.2 Unidad de Desarrollo Agrícola, Pecuario, Piscícola y Forestal

- Asesorar los procesos de desarrollo de nuevas alternativas de producción agropecuaria, piscícola y forestal de las entidades territoriales y de las subregiones en que se divida el departamento y contribuir al diseño y viabilización de los distritos agroindustriales.
- Coordinar la elaboración de estudios y análisis orientados a establecer los convenios y alianzas estratégicas que deba realizar el Departamento, para la transferencia de tecnología en la búsqueda de mejorar la producción agropecuaria, piscícola y forestal.
- Participar en los procesos de consolidación de las alianzas interinstitucionales de manera que se optimicen los recursos disponibles, a instancia de las sinergias generadas.
- Participar en las actividades del CONSEJO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y PESQUERO, (CONSEA), en todo aquello que sea delegado por la Secretaría de Despacho.

3.2.3 Unidad de Desarrollo Agroindustrial y de Comercialización

- Diseñar las estrategias pertinentes para impulsar los procesos de agro industrialización de los bienes de origen agrícola, pecuario, piscícola y forestal, con criterios de competitividad, equidad social y sustentabilidad ecológica y ambiental.
- Impulsar procesos agroindustriales que acojan los principios de la producción limpia y del máximo aprovechamiento de los subproductos agroindustriales.
- Asesorar a los municipios y a las subregiones en los procesos de comercialización de los productos de origen agrícola, pecuario, piscícola, forestal y agroindustrial.

3.3 Personal de Planta

Secretario de Agricultura	1
Conductor	1
Auxiliar Administrativo	1
Profesionales Universitarios	4
Profesional Especializado Grado 2	1
Profesionales Especializados Grado 3	2
Técnico Operativo	1
Contratistas	3

3.4 Programas y proyectos

Atendiendo los lineamientos del Plan de Desarrollo 2012-2015 “CALDAS COMPROMISO DE TODOS”, Área de Desarrollo Económico y Empleo, Sector Agropecuario y Agroindustrial, los principales programas y proyectos de la Secretaría de Agricultura en desarrollo son:



4. Los Sistemas de Información Geográfica - SIG.

Un SIG es una integración de software y hardware, que tiene como objetivo la comprensión de datos espaciales georreferenciados. Su principal funcionalidad es la captura, el almacenamiento y la visualización de los datos y nos permite generar

información que nos ayude en la toma de decisiones y así poder saber cuál es la mejor forma de poder optimizar de manera inteligente los recursos de determinado problema.

La principal ventaja de los SIG cuando hablamos de problemas territoriales es la gran cantidad de información que estos pueden manejar en una base de datos y de la manera en que este es capaz de integrarlos, permitiendo a los usuarios el análisis de forma rápida y concreta, optimizando costos y tiempo, esta ventaja le ha permitido a los SIG's convertirse en una herramienta fundamental para muchos sectores públicos y privados, y unos de los aplicativos que estos están realizando son: en la agricultura, hidrografía, geografía, ordenamiento territorial, empresarial, etc.

En general, como se comenta en el artículo de Sistemas de información geográfica <<http://www.geoinfo.cl/pdf/sig.pdf>>, de un SIG debe tener la capacidad de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- *“¿Dónde está el objeto A?*
- *¿Dónde está A con relación a B?*
- *¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?*
- *¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?*
- *¿Cuál es la dimensión de B (Frecuencia, perímetro, área, volumen)?*
- *¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?*
- *¿Cuál es el camino más corto (menor resistencia o menor costo) sobre el terreno desde un punto (X1, Y1) a lo largo de un corredor P hasta un punto (X2, Y2)?*
- *¿Qué hay en el punto (X, Y)?*
- *¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una combinación de características?*
- *¿Cuál es el resultado de clasificar los siguientes conjuntos de información espacial?*
- *Utilizando el modelo definido del mundo real, simule el efecto del proceso P en un tiempo T dado un escenario S.”¹*

¹ SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA, internet: (<http://www.geoinfo.cl/pdf/sig.pdf>) p. 4.

4.1 Diferencia entre SIG y CAD.

Una pregunta que siempre se ha planteado con regularidad entre las personas que ingresan al tema de los sistemas de información geográfico, es cuál es la diferencia entre los archivos CAD (utilizados por software como el AutoCAD) y lo generado por los SIG, pues bien “los CAD solo son un sistema basado en líneas para su creación, sirven en todo caso más como una herramienta de creación de mapas, por lo cual se quedan cortos a la hora de compararlos con un SIG, pero esto no los hace menos importantes, ya que en un caso práctico ambos tienen propósitos diferentes, los SIG reflejan lo que hay, lo real, mientras que los CAD sirven para definir construcciones y mapas futuros”².

4.2 Componentes.

Los SIG's, siendo entonces herramientas tan potentes en el desarrollo de software y la manipulación de datos relacionados con la información geográfica, también necesitan de ciertos componentes que, en algunos casos podemos definir que están especializados solo para dichos sistemas, estos componentes van desde software hasta bases de datos.

4.2.1 Bases de datos espaciales.

Basándonos en lo descrito anteriormente, se puede deducir que los SIG's son sistemas que debido a su naturaleza manejan una cantidad gigantesca de información, esta información tiene que tener unos componentes propios de sistemas geográficos los cuales no pueden ser almacenados por una base de datos común sin evitar un malgasto de recursos enorme en las formas posibles de generar consultas a la base de datos, esto se debe específicamente a que en controversia con lo que se puede dar erróneamente a entender, las bases de datos de esta naturaleza no están compuestas solo de variables de posición (x,y,z), por el contrario, una consulta espacial a la base de datos debe tener en cuenta zonas, nombres, metadatos y otras características agregadas por el mismo usuario de las cuales es imposible mantener una relación sólida, lo cual es fundamental para que las consultas tengan una respuesta acertada y en una cantidad de tiempo razonable.

² GOIZUETA, Javier, “Distinción entre SIG, CAD y desktop Mapping”. Internet: <http://perso.wanadoo.es>

Para entender un poco mejor lo dicho anteriormente, se plantea como ejemplo una zona ganadera en algún lugar del país, la base de datos naturalmente debe de guardar información de posicionamiento de la misma, al igual que un conjunto de imágenes y datos que la representen (los cuales serán vistos más adelante), pero junto con ello, podríamos definir que dentro de esa zona hay una cantidad de ganado, el cual también tiene otros datos que lo definen, y este a su vez puede pertenecer a algún otro conjunto representado visualmente al usuario, pues bien, determinar cuáles vacas están dentro de la zona ganadera que hemos escogido para este caso, no es posible para una base de datos corriente, o en su defecto generaría un consumo de recursos tan excesivo que no resulta viable para un sistema de respuesta rápida que es realmente la finalidad de un SIG, para solucionar dicho inconveniente es que se generan las base de datos geográficas, las cuales pueden manipular esa misma información, junto con el software, de una forma mucho más eficiente, de este modo entonces, un ejemplo de una consulta espacial definida por Manso sería la siguiente.

```
“SELECT parcel.name FROM parcel, subdivision WHERE  
Within (parcel.loc, subdivisión.loc) AND  
Subdivisión.name = “cranebrook”3.
```

Como podemos ver, la consulta requiere ciertas agregaciones “especiales” (en el Within) que son imposibles de definir con SQL común, de ahí la importancia de las bases de datos espaciales.

4.2.2 Herramientas SIG.

Visto desde una perspectiva clásica, podríamos asegurar que los datos geográficos son el cimiento de todo sistema de información geográfica, pero aun así, esa misma gamma de componentes necesita de un software de entorno para ser manipulable, pues bien, vamos a ver algunos de los más conocidos y un poco de su composición.

³ MANSO, Miguel Ángel. Datos espaciales y Bases de datos espaciales, <<http://www2.topografia.upm.es/pdi/m.manso/docencia/bbddee2010/3.-Geodatos%20y%20BBDD%20espaciales.pdf>> . p. 18.

4.2.2.1 ArcGIS.

Esta herramienta es una de las más potentes, intuitiva y precisa, lo que la hace naturalmente la más conocida y utilizada en el mundo de los sistemas de información geográfica, también es uno de los más antiguos, por lo cual su trayectoria y evolución lo han convertido en una herramienta que logra mantener un balance entre la robustez y la sencillez requeridas para que un SIG pueda administrar información útil como resultado final.

ArcGIS cuenta con una serie de herramientas con una finalidad diferente dentro del proceso de desarrollo y manipulación de datos, principalmente nos encontramos con ArcCatalog, ArcMAP, y ArcToolBox siendo posible mantener una clara diferenciación entre las diferentes capas disponibles para el procesamiento de información, hablemos un poco entonces de cada una de estas.

ArcMap: Es el principal componente de ArcGIS, siendo este el que trabaja más a fondo el motor debido a que es el componente visual de toda la gama de herramientas, ArcMAP permite generar consultas espaciales, crear conjuntos de mapas compuestos de imágenes raster y vectores, permite la generación de metadatos de estos mismos, junto con una gran cantidad de posibilidades en cuanto a la creación y formulación de diferentes ítems de acuerdo a las necesidades del usuario.

ArcCatalog: Esta herramienta, a diferencia del ArcMap, va más orientada al manejo y ordenamiento de los datos, en qué lugar se ubica, el tipo de datos y su visualización como un objeto individual que componen un proyecto, esto también lo convierte por excelencia en el método más sencillo de generar las bases de datos espaciales, obviamente teniendo los medios necesarios y conexiones listas para tales fines, con ArcCatalog podemos eliminar, agregar, modificar y editar los componentes desde una perspectiva de árbol que define la totalidad de archivos manipulables por el usuario.

ArcToolBox: De esta herramienta su nombre ya define mucho de su funcionalidad, está hecha para tener una lista sencilla de consultar de todas las funciones que nos presenta el potente motor y utilizarlas rápidamente, estas funciones van desde transformación de tipos de datos (rasterización, vectores, líneas y polígonos) hasta componentes de la misma base de datos, por lo cual lo hace muy útil y le da un fácil acceso al software.

4.2.3 Representación de datos.

El componente gráfico de un SIG está formado de dos tipos de datos, raster y vector, ambos tipos de datos pueden provenir de diferentes fuentes, los componentes visuales solo se generan de estos datos, más aun así no significa que esto sea una limitante ya que estos incluyen muchos tipos de datos y muy conocidos, veamos un poco de estos dos tipos de datos.

4.2.3.1 Raster.

“El tipo de dato Raster hace referencia a un tipo de dato generado por un mapa de bits, esto incluye ortofotomapas, imágenes en formatos diferentes, como jpg, png, gif y fotografías digitales”⁴, los datos raster a diferencia de los vectoriales no se adaptan al cambiar la escala de proceso, por lo cual si se disminuye significativamente la escala, esta se verá borrosa, a este proceso se le denomina pixelar, y debe su nombre al número de píxeles, los cuales no pueden ser modificables por la escala de proceso.

4.2.3.2 Vector.

“El tipo de dato vector, es un conjunto de líneas, polígonos y puntos, los vectores generalmente son generados por el mismo u otro SIG, estos al ser geo referenciados y visualizados, la escala de proceso puede ser cambiada a voluntad y el software ajustará automáticamente la posición del vector para darle una visualización en alta resolución, “las imágenes vectoriales albergan archivos de tipo CAD, ficheros cartográficos SHP, animaciones flash y otros objetos que no propiamente tienen que estar compuestos por datos geográficos”⁵.

⁴ Cartografía Digital, Imágenes Raster y Vectoriales, internet:
(http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_03/index_clase_03.html) p.1.

⁵ *Ibíd.* p.1.

5. SIG EN LA AGRICULTURA

Aplicaciones de la agricultura de precisión en palma de aceite e híbrido.

Este proyecto se realizó por Iván Alberto Lizarazo Salcedo y Oscar Alberto Carvajal ingenieros agrónomos, con la ayuda del centro de investigación en palma de aceite, Cenipalma, en Villavicencio Colombia.

Este proyecto buscaba fundamentalmente estudiar la palma de aceite y el manejo de plagas e insectos provenientes de ella. Queriendo así ser lo más preciso posible, estudiar cada planta de un sector y no una hectárea en particular.

La agricultura está basada en variables como clima, suelos, cultivos y la importancia de que estos terrenos tengan un manejo agrónomo adecuado. Este proyecto está basado en el estudio de la palma de aceite en Colombia, buscado resolver dos problemáticas, la primera de ella el estudio de la plantación y segundo el manejo de plagas y enfermedades provenientes de ella.

Este proyecto se basó en la agricultura de precisión o agricultura por sitio, este estudio usa tecnologías de información espacial, posicionamiento global GPS para determinar la ubicación exacta de este tipo de plantaciones es decir la plantación, el lote, la línea y la planta individual Y sistemas de información geográfica SIG, con el fin de mejorar la toma de decisiones agronómicas y para geo referenciar esta planta.

En el 2010 este proyecto geo referenció alrededor de 325.000 hectáreas de cultivos de esta palma en el territorio nacional. “Los datos estructurados se almacenaron en una base de datos MySQL y pueden ser consultados por los usuarios usando aplicaciones de software SIG de escritorio y mediante una interfaz web”.⁶

Después de geo referenciar esta información se realiza un censo en zonas cercanas a estas plantaciones y se determinan enfermedades, generando así redes de trampeo de insectos a nivel regional que transportan este tipo de enfermedades. Se llegó a conclusiones que el uso apropiado de las tecnologías GPS Y el SIG ayudan al mejoramiento agronómico, la detención de focos y el control de plagas y enfermedades.

⁶ LIZARAZO SALCEDO, Iván Alberto; CARVAJAL, Oscar Alberto Alfonso, “Aplicaciones de la agricultura de precisión de la palma de aceite “*Elaeis guineensis*” e híbrido”. Internet: (<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a13.pdf>) p.5.

Desarrollo de la investigación

Metodología de desarrollo:

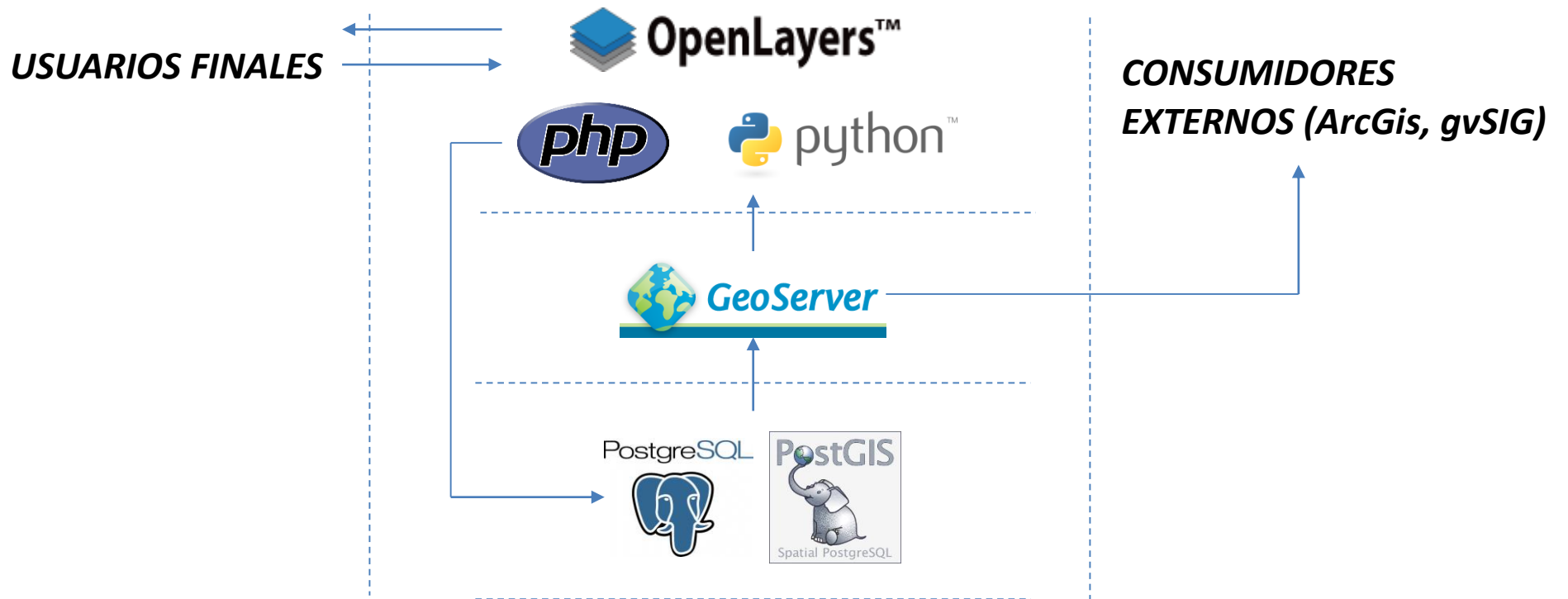
Se ha utilizado una metodología en prototipos en el transcurso del desarrollo, se ha optado por este método debido a que existían algunas ambigüedades respecto a las características propias que debería de tener el sistema, una metodología en prototipos amortigua el posible impacto de esta falta de claridad, logrando entonces mostrarle al usuario final del producto las características que se han ido añadiendo al proyecto y que este defina si está bien planteado o si hay que cambiar algún aspecto, del mismo modo permite flexibilidad a la hora de escalar el mismo, ya que desde un principio se pretendía dejar que a futuro fuera sencillo generar modificaciones y moldear el sistema alcanzando niveles más óptimos en su eficiencia creciendo así el software a medida que la organización también lo hace.

Desarrollo de la solución:

Luego de analizar el planteamiento del problema se evidencia que es necesario que el SIG sea por lo menos en su mayor parte de índole Web, esto debido principalmente a que el ingreso de información debe de ser controlado desde muchas zonas de todo Caldas, incluyendo el ingreso de información desde el campo, este último referente a la recolección de datos espaciales.

Con esto claro se procede a generar los cimientos del proyecto, se ha optado por usar en un 100% software libre debido a su versatilidad y falta de restricciones que permiten un proceso fluido y sin restricciones en caso de necesitarse cambios.

El sistema cuenta principalmente con tres capas, cada una encargada de controlar, transformar y/o alimentar la información, el panorama general es descrito en la siguiente imagen la cual nos va a servir de referencia para entrar en detalle.



Base de datos (PostgreSQL y PostGIS):

La primera escala y los cimientos de todo el software es la base de datos, se ha utilizado una base de datos PostgreSQL debido a que de momento es la que más se ha sumergido en el mundo de las bases de datos geográficas junto con ORACLE, no se ha optado por este último ya que aunque es más robusto exige un licenciamiento y su versión gratuita no cumple con las capacidades de una base de datos geográfica.

- **Versión:** postgresql-9.0.13-1-windows (32 bits “obligatorio”).

Más aun así el PostgreSQL como se ha explicado anteriormente, no puede administrar por si solo información geográfica debido a su robustez y complejidad, para ello se utiliza un *plugin* que nos ofrece la misma herramienta llamado PostGIS, este componente nos permite controlar toda nuestra información con diferentes tipos de datos geométricos junto con una añadidura al SQL por defecto que nos va a permitir generar consultas geográficas sin la necesidad de adentrarnos en el complejo proceso de procesamiento de información geo referenciada, esto incluye transformación de datums de referencia, manejo ameno de coordenadas y diferentes tipos de almacenamiento de las mismas para mejorar el rendimiento de las consultas, punto altamente importante ya que por defecto todo el software existente que maneja este tipo de información resulta pesado y lento, destacando el web que es nuestro caso ya que la latencia de datos nos juega en contra, este plugin puede ser descargado directamente por medio del StackBuilder ofrecido por PostgreSQL.

- **Versión:** PostGIS 1.5 (disponible solo para PostgreSQL de 32 bits).

Servidor de mapas (Geoserver):

En la segunda capa del sistema nos encontramos con el servidor de mapas Geoserver, este funciona como un puente entre la información de la base de datos y todas las aplicaciones que quieran consumir de diferentes maneras los servicios ofrecidos por esta, con esta herramienta es posible configurar colores, tamaños, el tipo de DATUM entregado por defecto, capas, iconos y en general un sinfín de posibilidades para moldear de la manera requerida los datos almacenados, se puede conectar a diferentes tipos de bases de datos y unificar su información, entregar Metadata así como compartir los mapas por medios web utilizando principalmente especificaciones WMS, WCS y WFS, todo esto lo convierte en la interfaz más utilizada en todo el proceso.

Cabe destacar que es posible no utilizar un servidor de mapas, podríamos conectarnos directamente a la base de datos lo cual es válido y permitido por la mayoría de los IDEs GIS, más aun así la información no resulta compatible de una manera rápida y sencilla y toda la configuración visual y metadatos adicionales tienen que ser configurados directamente por el cliente.

- **Versión:** GeoServer 2.3.3.

Aplicación web:

La aplicación web es la que genera contacto con todo, se divide en varios componentes que trabajan en conjunto para poder alimentar la base de datos y consultar mapas a GeoServer en tiempo real incluyendo sus metadatos, la aplicación web alberga principalmente de los siguientes componentes:

Servidor web: Cualquier servidor web funciona para la aplicación, en pruebas hemos utilizados ZendServer por comodidad, pero este requerimiento se apega a las políticas de la empresa por lo cual se terminará utilizando WAMP o alguna variante de Apache instalados en el entorno de la empresa, este debe de funcionar perfectamente con PHP y conexión a bases de datos PostgreSQL.

PHP: El lenguaje escogido para desarrollar las interfaces de usuario, PHP se encarga de alimentar la información de la base de datos por medio de formularios generados acorde a la estructura de la misma, controlar validaciones de datos orientadas a integridad referencial y algunos otros menesteres de visualización y re direccionamiento.

OpenLayers: Openlayers es el componente de visualización GIS puro, este se encarga de consultar al servidor de mapas capas y estilos predefinidos por código y mostrarlos en un entorno web accesible desde cualquier navegador, Openlayers permite una edición básica de mapas, la agregación de mapas expuestos por otros servidores en casi todos los formatos estándar así como la definición de diferentes consultas resultando este para el usuario en diferentes capas y bases seleccionables solo con un click, este framework por ser de tipo web tiene algunas limitaciones en lo que respecta a consultas espaciales y la creación de nuevos objetos geográficos, por lo que podríamos decir que su fuerte es la visualización sencilla de mapas, Openlayers es modificable visualmente por CSS y trabaja en conjunto con javascript y Python, este último necesitando instalación aparte por lo cual también mencionaremos un poco sobre su funcionamiento, por último y no menos importante es necesario mencionar que es software libre y de código abierto, más

aun así en comparación con muchos otros framework de visualización GIS tiene una interfaz amigable a la vista e intuitiva, características que son normalmente propias de sistemas de pago como el ArcGIS web.

- **Versión:** OpenLayers 2.10.

Python: Lenguaje de programación reconocido por ser bastante compatible y utilizado con los sistemas geográficos, en este proyecto se utiliza principalmente para generar un puente de metadatos por consultas XHTML en forma de Proxy, esto es necesario debido a que los navegadores web por seguridad no permiten el tráfico de este tipo de información por lo cual resulta complejo consultar los metadatos a un servidor de mapas de cualquier objeto presente en la interfaz o mapa visualizado por el usuario, de este modo entonces el Proxy Python “engaña” a la máquina usuario generando un puente de tráfico de datos por medio de una máquina en el mismo segmento de red del servidor siendo posible el envío de información sin restricciones y nos da la posibilidad de que al dar click (para este caso) a cualquier objeto del mapa podamos ver el resto de la información plana que lo acompaña, como nombres, coordenadas y otros datos definidos por el modelo entidad relación, para el caso de pruebas se ha utilizado una maquina con ArcGIS instalado, ArcGIS instala automáticamente su versión de Python por lo que no fue necesaria una instalación aparte, más aun así es sencillo y completamente viable.

- **Versión:** Python 2.7.

Consumidores externos:

Por último es destacable que gracias a GeoServer los mapas pueden ser usados desde cualquier otra aplicación por medio de estándares como WMS, de este modo en caso de que sea necesario generar consultas muy especializadas es posible utilizar la potencia de gvSIG para conectarse ya sea a el servidor de mapas o a la base de datos directamente y generar nuestras consultas correspondientes con todas las herramientas que el mismo nos ofrece, también es posible la visualización de datos por medio de ArcGIS pero esta es mucho más limitada debido a que toda la suite de ArcGIS maneja sus propios estándares, bases de datos y protocolos lo que los hace poco amigables con PostgreSQL.

Conclusiones

- Actualmente las tecnologías permiten la administración de datos geográficos de una manera eficiente y sencilla, su uso a aumentando considerablemente ya que hay muchos tipos de información que resuelven incógnitas de una forma mucho más legible por medio de mapas y consultas geográficas, casos que son difíciles de visualizar por medio de análisis de datos convencional, esto va ligado directamente con la toma de decisiones por parte de las empresas por lo cual aportan significativamente en el rumbo que toman las mismas.
- Los servicios geo tienen como tendencia la publicación de mapas para su libre consumo, esto se convierte en un crecimiento de información exponencial que sirve indefinidamente como cimiento de nueva información, esta metodología ha llevado a reducir la redundancia de datos en muchos sectores, por ejemplo, antes se podía contar a nivel municipal con 10 mapas temáticos del mismo orden, ahora con la publicación de datos la información se centraliza y todo aquel que la requiera no tiene la necesidad de levantarla, por el contrario puede consultar (consumir) el ya existente y con ello generar otros mapas mucho más centralizados y especializados en un tema.
- Aunque en Latinoamérica aún estamos iniciando en el uso de estas tecnologías ya existen muchísimos recursos para poder manipularla y muchos de los cuales son gratuitos e intuitivos, poco a poco es bueno ayudar a romper el paradigma de que el software libre está hecho solo para unos cuantos académicos que logran manipularlo, por el contrario, estos nos ofrecen una posibilidad de escalabilidad, versatilidad y crecimiento que un software de pago nunca nos podría brindar, o que en su defecto nos generaría costos bastante altos en dinero y tiempo para especializar nuestro producto.

Bibliografía:

- Miguel Ángel Manso, “Datos espaciales y bases de datos espaciales”, internet: (<http://www2.topografia.upm.es/pdi/m.manso/docencia/bbddee2010/3.-Geodatos%20y%20BBDD%20espaciales.pdf>).
- SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICAS, www.geoinfo.cl, internet: (<http://www.geoinfo.cl/pdf/sig.pdf>).
- QUE ES UN SIG, www.navactiva.com, internet: (<http://www.navactiva.com/es/descargas/pdf/atic/sig1.pdf>).
- LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG), www2.uca.es internet: (<http://www2.uca.es/dept/filosofia/TEMA%201.pdf>).
- AGER INGENIEROS, Los sistemas de información geográfica, características y aplicaciones generales, internet: (<http://www.ager.es/productos/gis/sig.pdf>).
- GOIZUETA, Javier, “Distinción entre SIG, CAD y desktop Mapping”. Internet: <http://perso.wanadoo.es> (<http://perso.wanadoo.es/jgoizueta/doc/GISDM.pdf>)
- Cartografía Digital, Imágenes Raster y Vectoriales, internet: (http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_03/index_clase_03.html).
- LIZARAZO SALCEDO, Iván Alberto; CARVAJAL, Oscar Alberto Alfonso, “Aplicaciones de la agricultura de precisión de la palma de aceite “*Elaeis guineensis*” e híbrido”. Internet: (<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a13.pdf>).
- www.dane.gov.co
- www.gobernaciondecaldas.gov.co
- www.agrocaldas.gov.co
- PLAN DE DESARROLLO 2012-2015, “CALDAS COMPROMISO DE TODOS”