

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG BAJO UNA PRATAFORMA WEB
MAPPING PARA EL INGENIO MAYAGÜEZ S.A.**

Ing. Andrés Augusto Arroyo Pérez
Ingeniero Topográfico.
Ing. Wilmerth Alexander Mantilla Mazo
Ingeniero Topográfico.
Ing. Oscar Alexander Pérez Pineda
Ingeniero de Sistemas.



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA
MANIZALES
2015**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG BAJO UNA PRATAFORMA WEB
MAPPING PARA EL INGENIO MAYAGÜEZ S.A.**

Ing. Andrés Augusto Arroyo Pérez
Ingeniero Topográfico.
Ing. Wilmerth Alexander Mantilla Mazo
Ingeniero Topográfico.
Ing. Oscar Alexander Pérez Pineda
Ingeniero de Sistemas.

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Sistemas De información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA
MANIZALES
2015**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su infinita sabiduría, porque a través de sus bendiciones cada día permitió que sacáramos adelante a este proyecto.

Al Doctor Ricardo Franco gerente de campo del Ingenio Mayagüez hasta mitad del año 2014 por permitirme realizar los estudios de especialización ausentándome en el trabajo los días que tocaba clase. (Andres Arroyo)

Al ing. Edwin Holzinguer jefe de División de Agronomía por el aporte al conocimiento en el sector de la caña e impulsar este proyecto para presentarlo al Ingenio MAYAGÜEZ S.A.

Al equipo del departamento de ingeniería Agrícola. El Ing. Gustavo Criollo jefe del departamento, el Ing. Manuel Ortega, Ing. Jhon Dairo Ñañez, el Ing. Jairo Cárdenas, Topógrafo Oswaldo Vélez, Topógrafo SIG Jaime Escarria, Secretaria Claudia Gallardo, por el apoyo al conocimiento y experiencia profesional que fue esencial para la construcción de proyecto.

A la secretaria Claudia Gallardo por recordarme la hora de salir a viajar para ir a estudiar y estar pendiente de mis estudios realizados en esta especialización.

A Lic. Nelson Orozco Gutiérrez jefe del área de SIG y Cartografía digital IGAC entidad territorial Valle, por permitirnos realizar los estudios de especialización ausentándonos en el trabajo los días que tocaba clase (wilmerth Mantilla, Oscar Pérez)

A nuestros padres Abel Augusto Arroyo torres, José Elber Mantilla Tobar y el sr José Clemente Pérez Gonzales (Q.P.D) porque siempre nos enseñaron el camino de que cada día nuestro crecimiento como profesional tiene que ser de manera exitosa.

A nuestras madres Norelia Pérez Herrera, Gloria Stella Mazo Rendón, Gladys Pineda Bohórquez por que hoy están cerca de nosotros brindándonos su amor y cariño.

A nuestros hermanos y familias por el apoyo y creer siempre en nosotros.

A nuestras esposas Mayerlin Gonzales Olaya y Karen Tatiana Cortes Rojas Por la paciencia y virtud para llevar a cabo nuestra meta.

A nuestros amigos del IGAC del área de SIG y Cartografía Digital por el apoyo y la vos de aliento durante el proceso de estudio en la especialización.

A nuestros amigos y compañeros quienes siempre han esto en logro de esta meta

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>1 AREA PROBLEMÁTICA.....</u>	<u>2</u>
1.1 DESCRIPCIÓN.....	2
1.2 DELIMITACIÓN.....	2
1.3 FORMULACIÓN.....	2
<u>2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</u>	<u>3</u>
2.1 HIPÓTESIS.....	3
2.2 OBJETIVO GENERAL.....	3
2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
<u>3 JUSTIFICACIÓN.....</u>	<u>4</u>
<u>4 MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>5</u>
4.1 TECNOLOGÍAS SIG:.....	5
4.1.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:.....	5
4.1.1.1 Concepto SIG.....	5
4.1.1.2 Componentes.....	6
4.2 WEB MAPPING:.....	6
4.2.1 BASE DE DATOS GEOGRÁFICA (BDG):.....	7
4.2.1.1 Modelo Relacional:.....	7
4.2.1.2 Modelo Orientado a Objetos:.....	8
4.2.1.3 Modelo Objeto – Relacional:.....	8
4.2.1.4 Catálogo de Objetos:.....	8
4.2.1.5 Edición de Información Vectorial en Formato Shape:.....	8
4.3 ANTECEDENTES.....	8
<u>5 METODOLOGÍA.....</u>	<u>17</u>
5.1 TIPO DE TRABAJO.....	17

5.2	PROCEDIMIENTO	17
5.3	FASE 1 .LEVANTAMIENTO Y ANALISIS DE REQUERIMIENTOS	18
5.3.1	OBJETIVO GENERAL	18
5.3.2	OBJETIVOS ESPECIFICO	18
5.3.3	ALCANCE Y LIMITACIONES DEL SISTEMA	18
5.3.4	DEFINICIÓN DEL ENTORNO	19
5.3.5	DEFINICIÓN DETALLADA DE REQUERIMIENTOS	19
5.3.6	APLICATIVOS SIG PARA EL ACCESO A TRAVÉS DE INTERNET	20
5.4	FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA	23
5.4.1	DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN CATASTRAL	23
5.4.2	DISEÑO DEL MODELO DE DATOS	25
5.4.2.1	MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA	26
5.4.2.1.1	Elementos del sistema	27
5.4.2.1.2	Concepción operativa del sistema	28
5.4.2.1.3	Proceso del sistema	29
5.4.2.1.4	Prioridades de los procesos del sistema	29
5.4.2.1.5	Modelo Entidad - Relación	30
5.4.2.2	MODELO LÓGICO DEL SISTEMA	31
5.4.2.2.1	Interacción y Operatividad del Sistema	31
5.4.2.2.2	Definición de relaciones y procesos entre elementos en el sistema	31
5.4.2.2.3	Estructura del Sistema	34
5.4.2.3	Actualización de la información	34
5.4.2.3.1	Diseño Base de datos	35
5.4.3	MODELO CARTOGRÁFICO	37
5.4.3.1	Funciones del lenguaje del modelo	38
5.4.3.2	Propiedades dimensionales	38
5.4.3.3	Características básicas del mapa de trabajo	39
5.4.4	MODELO FÍSICO	40
5.4.4.1	Captura de información espacial	41
5.4.4.2	Información Final	41
5.4.4.3	Diseño e implantación del sistema para WEB-MAPPING	41
5.4.4.4	Operaciones y funciones principales en la aplicación WEB	42
5.4.4.5	Requerimientos para la implementación del sistema	43
5.4.4.6	Especificaciones del Hardware:	45
5.5	FASE 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	45
5.5.1	ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA	45
5.5.2	GENERACIÓN DE CARTOGRÁFICA DIGITAL	45
5.5.3	CONSTRUCCIÓN EN DE LA BASE DE DATOS	46
5.6	FASE 4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	46
6	RESULTADOS	47

6.1 CONEXIÓN WEB	47
6.1.1 CONSULTA DE LOCALIZACIÓN	47
6.1.2 CONSULTA DE REPORTE DE CRONOLÓGICO	50
6.1.3 CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DE EDAD	51
6.1.4 REPORTE ESTADÍSTICO DE ÁREA SEMBRADA EN CAÑA	52
7 RECOMENDACIONES	53
8 CONCLUSIONES	54
9 BIBLIOGRAFÍA	55
10 ANEXOS	56
10.1 ANEXO A	56
10.1.1 INFORMACION ESPACIAL: CÓDIGO DE CATÁLOGO DE OBJETOS	56
10.2 INFORMACIÓN ALFANUMERICA	58
10.3 ANEXO B	60
10.3.1 MANUAL DE USUARIO.....	60
10.3.1.1 Herramientas de control portal web	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 5-1 Componentes estructurales del código de distribución de parcelas del ingenio. Fuente: Elaboración propia	25
Tabla 5-2.Esquema del modelo cartográfico. Fuente: Prof. Tomas Fernández Cartografía I	37
Tabla 5-3. Convenciones de la salida grafica.....	39
Tabla 5-4 Especificaciones Mínimas de hardware	45
Tabla 6-1 Clasificación temática de la edad de la caña.....	51
Tabla 10-1. Objeto: Municipio	56
Tabla 10-2. Objeto: Corregimiento	56
Tabla 10-3. Objeto: Hacienda	57
Tabla 10-4. Objeto: Tablón	57
Tabla 10-5. Objeto: Suerte.....	58
Tabla 10-6. Objeto: Administración.....	58
Tabla 10-7. Objeto: Propietario	59
Tabla 10-8. Objeto: Cronológico	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 5-1 Esquema metodológico. Fuente: Elaboración propia.	17
Figura 5-2 Requerimiento específico operativo Arquitectura del sistema.	22
Figura 5-3 Diseño de un modelo de gestión catastral ingenio Mayagüez. Fuente: Elaboración Propia.	24
Figura 5-4 Arquitectura del sistema.	27
Figura 5-5. Diagrama modelo entidad relación. Fuente elaboración propia.....	30
Figura 5-6. Proceso de respuesta y salida del sistema. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 5-7. Estructura de funcionamiento del sistema. Fuente: Elaboración propia.	34
Figura 5-8. Diagrama UML base de datos SIG_MAYAGUEZ. Fuente: Elaboración propia programa (MySQL Workbench 6.0 CE)	36
Figura 5-9.a-) Elementos lineales b-) Elementos puntuales c-) Elementos de polígonos .	38
Figura 5-10 Diagrama de Componente Fuente: Elaboración propia	40
Figura 5-11. Elaboración de la cartografía digital. Fuente: elaboración propia	41
Figura 5-12. Diagrama casos de uso del sistema. Fuente: Elaboración propia	43
<i>Figura 6-1 Página de Inicio</i>	47
Figura 6-2. a-) Tipo de Tenencia b-) Tipo de tenencia seleccionada.....	48
Figura 6-3. a-) Identificando la hacienda. b-) Hacienda seleccionada y aplicando búsqueda	48
Figura 6-4 Resultado de búsqueda la hacienda zainera como tierra propia del ingenio Mayagüez.....	49
Figura 6-5 Resultado de búsqueda la hacienda Altamira como cuenta de participación del ingenio Mayagüez.....	49
Figura 6-6 Resultado de reporte de cronológico de la hacienda Zainera como Tierra propia del ingenio Mayagüez.....	50
Figura 6-7 Resultado de reporte de cronológico de la hacienda Zainera como Tierra propia del ingenio Mayagüez.....	50
Figura 6-8 Información de suerte de la hacienda zainera como tierra propia	51
Figura 6-9 Clasificación temática de la edad de la caña de la hacienda Altamira como cuenta de participación.	52
Figura 6-10 Reporte estadístico de áreas sembradas en caña a-) diagrama de torta de porcentaje de áreas sembradas en caña b-) diagrama de barras de área sembrada en caña.	52
Figura 10-1. Portada de la página web de Inicio de la aplicación.....	60
Figura 10-2. Inicio de la aplicación.....	61
Figura 10-3. Identificación de suertes.	61
Figura 10-4. Mapa Auxiliar.....	62
Figura 10-5. Insertar Coordenadas	62
Figura 10-6 Integración de capas.	63
Figura 10-7 Medición de áreas y distancias.....	64

GLOSARIO

Ingenio Mayagüez S.A: Empresa agroindustrial sostenible ubicada en el municipio de candelaria, siendo una de las compañías del sector azucarero en los departamentos del valle del cauca y cauca.

Administración Directa: son las tierras propias y cuentas de participación administradas directamente por el ingenio Mayagüez S.A

Cuentas de Participación: Se trata de una fórmula asociativa entre empresarios individuales y el Ingenio Mayagüez con el objetivo de obtener ganancias mediante la siembra de caña en las que ambas partes se contribuyen en la producción obtenida en la cosecha.

Tierras Propias: Son aquellos bienes inmuebles que tiene como propietario jurídico el ingenio Mayagüez S.A.

Ingeniería Agrícola: Departamento de servicios agrícolas y cartográfico en el desarrollo de preparación y adecuación de labores agrarias.

Levantamiento Topográfico: Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre.

Hacienda: Corresponde al lote, lotes o espacio geográfico que constituye el predio y que está dedicado a la siembra de caña de azúcar.

Suerte: Unidad parcelaria en que se divide una hacienda sembrada con caña.

Tablón: Subdivisión de “suertes” delimitada por callejones o canales.

Cronológico: Prontuario o maestro de suertes que maneja el ingenio Mayagüez para la administración de las base de datos de las labores agrarias realizadas en una determinada suerte.

Variedad: Se define variedad como uno de los grupos en que se divide algunas especies de plantas que se distinguen entre sí por ciertos caracteres hereditarios.

TCH: Toneladas de corte por hectárea.

CAD: Es el uso de software que se utiliza para el dibujo y diseño asistido por computadora.

SIG: Sistema de información geográfica es un conjunto de herramientas que integran y relacionan diversos componentes en la administración, almacenamiento, edición y manipulación de la información para el análisis de datos espaciales vinculados a aspectos

económicos, ambientales y socioculturales con el fin de tomar decisiones de una manera más eficaz.

Geo visor: Es un servicio en línea que provee información cartográfica disponible en cuanto a las coberturas que maneja las organizaciones.

Base de Datos: Es la administración de un conjunto de datos interrelacionados entre sí, los cuales son almacenados en un sistema de información para ser utilizados en la aplicación SIG. Es la administración de un conjunto de datos

Base de Datos Geográfica: Es la administración de un conjunto de datos espacialmente georreferenciados que representan un modelo conceptual del mundo real representado por variables primitivas.

Consulta Espacial: Proceso lógico en que consiste identificar un elemento espacial en una determinada localización geográfica.

Coordenadas Geográficas: Es un sistema bidimensional en donde se cuentan coordenadas en latitud y longitud con respecto a los meridianos y paralelos a la Tierra.

Coordenadas Planas: Sistema de representación horizontal donde se cuenta con coordenadas X y Y respecto a un punto de origen.

Datos Espaciales: Información que cuenta con una referencia o localización geográfica. A su vez esta cuenta con un atributo por forma geométrica.

Diseño: Es la fase de la toma de decisiones que involucra el diseño de las soluciones posibles para un problema de decisión.

Entidad Espacial: Es una representación de un elemento geográfico que tiene una representación espacial contenido en un mapa, obteniendo como resultado los atributos relacionados con el objeto.

Atributos: Medida de cantidad o cualidad asociada con un objeto (puntos, línea, polígono, raster) dentro de un SIG:

Escala: Representación real en relación a la distancia de un mapa y la distancia correspondiente en el mundo real.

Shapefile: Archivo de formas, nativo de ESRI, el cual se encuentra constituido por archivos índices, un archivo de formas y un archivo de base de datos. Este formato no almacena la topología de los objetos.

Sistema de Posicionamientos Global (GPS): Sistema diseñado para la comunicación con los satélites, el cual nos permite la localización exacta a un punto sobre la Tierra, proporcionando las coordenadas geográficas latitud, longitud y altura elipsoidal.

Cartografía Base: Es la fuente de información más importante y necesaria por la cual se pueden obtener productos cartográfico derivados de ella.

Cartografía Temática: Es una cartografía confeccionada sobre un mapa base, cuyo propósito es la representación de las características espaciales en variables de cualidad y/o cantidad de fenómenos del globo terrestre.

Topología: Es la relación espacial de los objetos, en la que se define las propiedades básicas de los datos espaciales, como presencia, conectividad, y adyacencia.

RESUMEN

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas que permiten integrar y analizar información geográfica, permitiendo visualizar los datos obtenidos en un mapa. Es una herramienta muy utilizada en muchos ámbitos, debido a que permite elaborar cartografía temática sobre cualquier aspecto ambiental, socioeconómico y agricultura de la superficie terrestre; la agricultura de precisión es una nueva tendencia para todas las entidades públicas y privadas que se encargan de administrar dicho recurso, por tal motivo se genera la necesidad de optimizar más el manejo de la información espacial y alfanumérica.

Se estudió el estado actual de la información en el Ingenio azucarero Mayagüez, evidenciando la necesidad de aplicar diferentes métodos para el manejo y buena optimización de la información; para el ingenio es muy importante contar con información actualizada y de manera oportuna para el desarrollo de sus actividades.

En el presente trabajo se realizó una metodología para el montaje de un SIG encargado del manejo de la información espacial y alfanumérica, el sistema desarrollado permite la consulta de información de manera puntual y general mediante su localización geográfica, además con su entorno Web Mapping logran un acceso a la aplicación de manera rápida y fácil.

Esto significa que la implementación de la herramienta desarrollada permite al ingenio agilizar la planeación en diferentes procesos, la toma de decisiones y generación de cartografía para el desarrollo de las actividades de alistamiento de tierras, siembra, cosecha, seguimiento y corte de caña.

Algunas pruebas realizadas al sistema indicaron la utilidad en la búsqueda e integración de los datos alfanuméricos de manera ágil y correcta en las diferentes haciendas propias y de participación del Ingenio Mayagüez.

Palabras Clave: SIG, Web Mapping, Alistamiento de tierras, Siembra, Cosecha, Corte de caña, Agricultura de Precisión, Ingenio Azucarero Mayagüez.

ABSTRACT

Currently, the Geographic Information Systems (GIS) are systems that integrate and analyze geographic information, allowing display data on a map, is a widely used in many fields tool because it allows developing thematic mapping on any aspect environmental, socioeconomic and agricultural land area, precision farming is a new trend for all public and private entities that are responsible for managing this resource, for this reason the need to further optimize the management of spatial information is generated and alphanumeric.

The current state of information in the sugar mill Mayagüez was studied, showing the need to apply different methods for handling and good optimization of information, for wit is very important to have updated information and timely development of their activities.

In this paper a methodology for assembling a SIG responsible for managing spatial and alphanumeric information is made, the developed system allows querying information in a timely and comprehensive manner by its geographical location, and its Web environment Mapping achieve a application access quickly and easily.

This means that the implementation of the developed tool allows the ingenuity streamline planning in different processes, decision-making and mapping generation development activities enlistment of land, planting, harvesting, monitoring and cane cutting.

Some tests indicated the utility system in the search and integration of alphanumeric data swiftly and correctly in different own and participation of mill Mayagüez haciendas.

Keywords: GIS Web Mapping, Enlistment land, planting, crop, cane Court, Precision Agriculture, Sugar mill Mayagüez.

INTRODUCCIÓN

La implementación de los SIG en los diferentes sectores en donde se trabaja con agricultura y en especial en el manejo de grandes superficies se conoce como agricultura de precisión, esta tecnología surgió en nuestro país en el año 2012, de la mano de los ingenios de caña de azúcar quienes lideran estos proyectos para aumentar los rendimientos ganar competitividad y productividad, dentro de estas tecnologías se cuenta con herramientas claves dentro del sistema, como lo son el GPS y la electrónica, medios para recopilar datos en tiempo real sobre lo que sucede o sucedió en un cultivo.

Para el análisis de la problemática es necesario mencionar su descripción, delimitación y formulación en donde se enmarca el desarrollo actual, dentro de los objetivos primarios del presente proyecto se encuentra el mejoramiento en el manejo actual desactualizado y falta de relación entre la información que genera una planeación de mayor esfuerzo e inversión, para mitigar dichos esfuerzos es necesario contar con información geográfica en el mismo sistema de referencia y formato de salida, los datos alfanuméricos asociados a la información geográfica de manera que se puedan generar salidas geográficas con tablas o reportes, si dicha información cumple con las características establecidas debe ser publicada y manejada mediante un sistema de información geográfico (SIG), administrado por el Ingenio.

Implementar un SIG como usuario-servidor brindaría a los profesionales de las labores agrarias del ingenio la integración de un prontuario maestro (cronológico) conjunto con la relación espacial de las haciendas ajustadas a un sistema de referencia con el fin de gestionar los procesos agrarios para apreciar y evaluar acciones de la producción agropecuaria.

La tendencia contemporánea del ingenio en la Geo matización de la agricultura es cada vez mayor en los distintos procesos de producción agraria y a futuro la información espacial tiene que ser administrada espacialmente.

El alcance correspondiente a la metodología implica el desarrollo del SIG con la información disponible de las haciendas de cuentas de participación y propias, esta debe ser procesada y depurada de forma que sea consistente con el sistema y cumpla con los requerimientos de la metodología planteada, el desarrollo del SIG corresponde al manejo de software libre con el objeto de evitar licencias de alto costo y limitaciones de instalación en los diferentes terminales.

Al igual que la propia geografía, un sistema de Información Geográfica (SIG) engloba e integra áreas muy diversas mediante diferentes procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión, que finalmente representan los resultados esperados en este proyecto.

1 AREA PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN

El ingenio Mayagüez es una empresa agroindustrial destacada en el país por los productos y servicios en la producción de caña de azúcar. Su esencia corporativa está marcada por la innovación permanente de nuevas tecnologías y procesos gerenciales participativos que incrementen la productividad.

La incorporación de nuevas tecnologías ha fomentado el mejoramiento y rediseño de las prácticas de trabajo, brindando la oportunidad a sus colaboradores y profesionales de potenciar la capacidad creativa al crecimiento permanente de la organización, fortaleciendo las relaciones con clientes y proveedores en los diferentes negocios de la compañía. Actualmente la información que maneja el Ingenio Mayagüez sobre la distribución espacial de áreas implantadas con caña de azúcar, formula un gran volumen para el análisis temporal de carácter espacial (restitución de cultivos, variedades, fecha de siembra).

La empresa desea tener un control más adecuado de la información espacial a través de una herramienta eficiente que integre los estudios respectivos de la caña para gestionar los procesos agrarios de sus bienes inmuebles en el área agrícola.

1.2 DELIMITACIÓN

La zona de influencia de los cultivos de caña implantada por el ingenio Mayagüez abarca corregimientos localizados en los municipios del Departamento del Valle como candelaria, Palmira, Pradera, Jamundí, Tuluá, y en algunos corregimientos de los municipios del Departamento del Cauca como son Caloto y Santander de Quilichao.

1.3 FORMULACIÓN

¿Cómo hacer que los métodos de monitoreo de cultivos de caña se puedan complementar por medio de un software que integre la información espacial y alfanumérica? Con los desarrollos tecnológicos se va conociendo cada una de las herramientas para el manejo de los sistema de información geográfico (SIG), en este momento existen diferentes tipos de software para su realización los cuales son libres, lo que trae consigo una fácil obtención de ellos y así su distribución a otros medios; anteriormente solo se tenía acceso a estos software comprando licencias lo que emanaba una inversión muy grande y dando la posibilidad solo a las grandes empresas, pero hoy en día se puede tener un libre acceso además de un fácil manejo, lo que nos deja como resultado un trabajo que se puede actualizar y que es de fácil uso para los administradores de este recurso.

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESIS

El adecuado manejo de la información espacial y alfanumérica mediante un sistema de información geográfico (SIG) que se implemente en el ingenio azucarero Mayagüez, generaría una solución en los procesos de gestión catastral agraria y eficiente mediante el análisis de datos espaciales, además producirá una visión global a los diferentes sectores que se encargan de manejar los cultivos de la misma forma, mediante un SIG se lograra consultar de manera rápida y ordenada la información de espacial, agrícola, estadística e informativa, cumpliendo así de manera acertada los requerimientos de una industria que viene creciendo y demanda mayor precisión, integración y rapidez en todos sus procesos.

2.2 OBJETIVO GENERAL

Implementar y desarrollar una aplicación Web geográfica que integre y relacione la información espacial y alfanumérica, de la siembra de cultivo de caña de azúcar en haciendas de administración directa del ingenio Mayagüez.

2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Ordenar toda la información que no tiene sistema de referencia o se encuentre desactualizada a un sistema coordinado Magna-Sirgas Origen Oeste.
2. Crear una base de datos estructurada que enmarque toda la información espacial y alfanumérica necesaria para los requerimientos del sistema.
3. Desarrollar un sistema que permita la generación gráfica y de reportes para la siembra y cosecha en los cultivos de caña.
4. Mediante consultas al sistema, optimizar los recursos de la información almacenada.
5. Realizar un manual de usuario para el manejo adecuado del sistema.

3 JUSTIFICACIÓN

La Información representa una fuente importante en la mayoría de empresas y organizaciones hoy en día, dependiendo de cómo se represente u organice se convierte en la parte fundamental para la toma de decisiones y para llevar un seguimiento a los procesos dentro de las compañías. La siembra de caña en el departamento del Valle del Cauca es la principal actividad agrícola, con la presencia de importantes ingenios que generan empleos de manera formal e informal, para ellos se convierte en una necesidad esencial poder tener una herramienta que incorpore toda la información alfanumérica y geográfica en un solo lugar; organizada, identificada y detallada según el tipo de proceso.

El uso de programas informáticos especializados para el análisis de datos ha sido esencial en la información cartográfica digital, lo cual es fundamental para la gestión de los espacios agrarios a nivel espacial. La innovación de nuevas tecnologías en geomática ha dado paso al uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica, pero es utilizado para desarrollar documentos cartográficos bajo un contexto espacial dentro de un marco de referencia geográfico.

Un sistema de información geográfica tendría la capacidad de analizar, procesar, modelar y reportar en forma gráfica/tabular información de tipo espacial y se distingue por manejar entonces una base de datos espacial que representa uno de los componentes más importantes en el diseño e implementación de un SIG y que tendría como eje el usuario.

El ingenio carece del componente de una base de datos espacial ya que no se ha reflejado el modelo conceptual y operativo para los usuarios en el manejo de datos espaciales.

Construir el SIG implicaría el desarrollo de aplicación que conlleva la creación de procedimientos específicos que enfocan las necesidades propias y operativas de los usuarios, y que generalmente, no vienen incluidas con la adquisición del software SIG.

En la Actualidad los Sistema de Información Geográfica basados en la Web, ofrecen las operaciones básicas de manipulación de formatos vectoriales sobre un mapa y análisis de sobre posición. La manipulación de los formatos vectoriales permitiría realizar un mayor número de operaciones en las relaciones espaciales que describe los objetos geográficos proponiendo desarrollar un entorno web para dar respuesta rápida a las solicitudes y requerimientos de los usuarios.

El desarrollo una aplicación web-mapping dinámica con el propósito de visualizar una cartográfica digital en los procesos de gestión catastral agrícola; mediante el uso de tecnologías informáticas utilizando una arquitectura Cliente-Servidor, operaria sobre datos espaciales que permitirían a los usuarios seleccionar objetos y consultar sus atributos de acuerdo al modelo conceptual que defina el formato intrínseco de almacenamiento y operatividad de la información. Su funcionalidad seria como de cualquier SIG de escritorio en activar y desactivar capas, características de visualización manipulación y ejecutar consultas.

4 MARCO TEÓRICO

Para poder implementar un sistema de Información Geográfica aplicado al monitoreo de cultivos de caña se deben establecer conceptos y tecnologías que asociadas entre sí, permitan integrar de forma eficiente la información. Y procesarla de acuerdo al contexto que necesite, procurando mantener la relación espacial de la misma.

4.1 Tecnologías SIG:

Las tecnologías SIG que hacen parte del contexto de trabajo de este proyecto. Se divide en dos secciones importantes que son: Los sistemas de información geográfica y Tecnologías Web (Web Mapping).

4.1.1 Sistemas de Información Geográfica:

Hoy en día son varios los sistemas de información que nos rodean. La primordial función es el proveernos de herramientas que nos brinden soporte para la toma de decisiones. Especialmente, Los Sistemas De Información Geográfica (SIG) son un tipo especializado de sistema que se conocen por su capacidad de tratar información espacialmente referenciada, es decir, unida a una localización detalla de la tierra a través de sistemas de coordenadas, y que además admiten su visualización.

Indicamos que son herramientas porque nos ayudan a tener fundamentos para la toma de decisiones, posteriormente de que se han aprovechado sus funciones de captura, almacenamiento, refinamiento, análisis y visualización de la información.

Los SIG incorporan operaciones comunes de bases de datos tales como consultas y análisis estadísticos, además de la visualización y los beneficios geográficos que son dados por los mapas. Estas características son las que diferencian a los SIG de los demás sistemas de información las cuales extienden su uso en empresas públicas y privadas para dar explicación a acontecimientos, pronosticar resultados y planear estrategias que se relacionen con un tema específico.

Los SIG pueden organizar y procesar datos que provienen de un gran conjunto de fuentes para su uso. Por ejemplo, pueden procesar datos que se obtienen de fotografías, mapas, imágenes, datos estadísticos generados a partir de análisis matemáticos, datos provenientes de sistemas CAD (computer-assisted design) y de bases de datos.

4.1.1.1 Concepto SIG

La gran cantidad de campos de aplicación de los SIG ha favorecido a tener una variedad grande de definiciones, por lo general y en la mayoría de los casos los usuarios definen un SIG por el uso que a este se le dé.

Como definición a término general El instituto De Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI) define a un SIG como “Una colección integrada de programas informáticos y datos utilizados para ver y administrar información sobre los lugares geográficos, analizar relaciones espaciales y los procesos espaciales de modelo. Un SIG proporciona un marco

para reunir y organizar datos espaciales e información relacionada para que puede ser mostrado y analizado “[ESRI, 2004].

Otra definición de SIG es la entregada por National Geographic, lo definen como” Un sistema informático para capturar, almacenar, comprobar y visualización de datos relacionados con las posiciones en la superficie de la tierra. GIS pueden mostrar diferentes tipos de datos en un mapa. Esto permite a las personas ver, analizar y comprender los patrones y relaciones más fácilmente”. [NATIONAL GEOGRAPHIC].

4.1.1.2 Componentes

Para tener un panorama más amplio y conocer más profundamente el funcionamiento de un SIG es de vital importancia tener conocimiento de los componentes que lo constituyen, un SIG manipula datos reales como objetos y orientaciones que conforman un espacio físico.

- **Hardware:** Es el equipo físico y sus periféricos bajo los cuales el SIG trabaja, pueden ser computadores personales, estaciones de trabajo hasta un servidor central. Pueden trabajar en modo local o en red.
- **Software:** Es el que provee las funciones y herramientas que el usuario necesita para poder almacenar, procesar, analizar, y mostrar la información geográfica. Los componentes de software importantes son: Software SIG, Software De BD o manejador de bases de datos, Software de SO, de Red. Cabe recordar que el Software se considera al Software comercial y al Software abierto.
- **Datos:** los datos forman una de las partes más importantes de un SIG, en estos es muy esencial que la información sea precisa, algunos diferentes tipos de datos son: Datos vectoriales, Datos raster, Datos de imágenes, Datos de atributos.
- **Recurso Humano:** la tecnología SIG no sería de valor, ni aprovechable sin las personas que Administren el sistema y desarrollen planes para su aplicación. estos usuarios pueden ser ingenieros y especialistas SIG entre otros.
- **Métodos:** de acuerdo a las necesidades de aplicación del SIG se deben implementar planes bien diseñados con reglas específicas en esto se incluyen estándares y Procedimientos.

4.2 Web Mapping:

Es toda la Información cartográfica (mapas), que podemos disponer en la Web, permite ser procesada, diseñada. Y después generar y visualizar datos geoespaciales a través de la red informática global.

La tecnología Web Mapping intenta suministrar estos datos en formatos conformes con las especificaciones de OGC (Open Geospatial Consortium), con el fin de conseguir una interoperabilidad de los datos espaciales.

La presentación de mapas en Internet, permite no solo mostrar las características propias de un determinado fenómeno de manera estática, sino que además facilita la incorporación de variables dinámicas las cuales le asignan nuevas capacidades de comunicación de información a los mapas, permitiendo que la observación y análisis de los fenómenos sea más clara.

El OGC define protocolos de especificación Web que ayudan en la transferencia de datos geoespaciales de los servidores a aplicaciones cliente. Estos protocolos se crean con el objetivo de ayudar a la interoperabilidad del sistema; ejemplo una Web Map Service (WMS) produce una Imagen sacadas de los datos geoespaciales en formato JPG, GIF etc.

Se debe aclarar que un Servidor Web Mapping, no es un SIG, propiamente, sólo se vale de la información que genera éste para sustentar la cartografía y los atributos asociados que permitan su visualización y despliegue a través de una interfaz gráfica de usuario. No todas las bondades en cuanto a análisis espacial que un SIG común de escritorio pueda tener no son hasta el momento comparable a los que pueda ofrecer una aplicación del tipo Web Mapping.

4.2.1 Base de Datos Geográfica (BDG):

“Es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, como archivos en formato Cad o Shape dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos” (ejemplo: PostgreSQL + PostGIS, QGIS).

La construcción de una base de datos geográfica, implica un proceso de abstracción para pasar del mundo real a una representación matemática más simple, que pueda ser procesada por algún lenguaje de computadora diseñado para este fin. Este proceso de abstracción tiene varios niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas, las cuales se clasifican según su información temática para su posterior inclusión en algún análisis de información (Parra A., 2006).

El concepto de base de datos es esencial en un SIG y constituye la principal diferencia entre un SIG y un simple sistema de dibujo o de cartografía computacional. Un SIG vincula datos espaciales con información descriptiva de alguna característica particular de un mapa. La información se almacena como atributos o características del elemento representado (Goizueta J., 1993).

4.2.1.1 Modelo Relacional:

“Una base de datos relacional es básicamente un conjunto De tablas, similares a las tablas de una hoja de cálculo, formadas por filas (registros) y columnas (campos). Los registros representan cada uno de los objetos descritos en la tabla y los campos los atributos (variables de cualquier tipo) de los objetos. En el modelo relacional de base de datos, las tablas comparten algún campo entre ellas. Estos campos compartidos van a servir para establecer relaciones entre las tablas que permitan consultas complejas”

4.2.1.2 Modelo Orientado a Objetos:

“Integra la orientación a objetos y la funcionalidad de base de datos (Khoshafian, 1993). Esta clase de bases de datos se caracteriza por tener un modelo orientado a objetos de datos lógicos y utiliza un lenguaje de programación orientado a objetos como su interfaz principal (Cooper, 1997), la unidad básica de datos es un objeto indivisible.

4.2.1.3 Modelo Objeto – Relacional:

El modelo objeto-relacional (ORDBMS) es similar a un front-end dentro de una base de datos relacional que permite que los datos sean grabados como objetos, sin embargo todos los metadatos y la información siguen utilizando el sistema de filas y columnas para este propósito de tal forma que la base de datos pueda ser accedida también como una base de datos relacional. Y así mismo cuando los datos son recuperados la base de datos tiene la capacidad de reconstruir nuevamente los datos simples a objetos complejos.

4.2.1.4 Catálogo de Objetos:

Catálogo que contiene definiciones y descripciones de tipos de objetos, atributos y relaciones entre objetos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos, junto cualquiera de las operaciones de objetos que puedan aplicarse. Permiten la comprensión, facilita la compartición y difusión de los datos geográficos

4.2.1.5 Edición de Información Vectorial en Formato Shape:

El tratamiento de la información vectorial se realizará por medio del software libre QuantumGIS, esta es una herramienta SIG utilizada para el tratamiento de Información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales de forma ágil tanto raster como vectoriales. Es libre y de código abierto.

4.3 Antecedentes

Los cultivos de caña son un motor de la economía local y nacional, muchas empresas generan empleos a lo largo de la región en diferentes actividades, la topografía se ha convertido en una eficiente herramienta de manejo de cultivos, determinando pendientes de cultivos para optimizar los usos de recursos hídricos, ahorrando costos y protegiendo la naturaleza.

Existen estudios desarrollados por corporaciones públicas y privadas que manejan diferentes tópicos que apuntan a la optimización de recursos, alta productividad y mejoramiento constante de los procesos en campo.

Varias investigaciones se vienen adelantando, trabajando y ayudando de manera significativa para que los SIG optimicen toda la información que se requiere en los grandes cultivos:

Los sistemas de información geográfica SIG son herramientas de gran importancia y sirven de apoyo en la toma de decisiones en diferentes escenarios de la sociedad, pues permiten estructurar y visualizar la información ubicada espacialmente dentro de un territorio. Información tal como características topográficas, uso del suelo, redes de servicios públicos, demografía entre otras, es posible ubicarla y visualizarla de una manera fácil y rápida mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica.

[1] El catastro agrícola es un catastro diseñado para satisfacer las necesidades de la gestión agraria. Sus características principales son: 1-) la Base Cartográfica utilizada en los levantamientos topográficos realizados en campo 2-) Base de datos Alfanumérica. Creación de las capas temáticas en formato digital vectorial, y con el fin de unificar criterios para los análisis espaciales, a cada parcela de cada capa se les asigna un conjunto de atributos alfanuméricos para caracterizarlas cualitativa y cuantitativamente (nombres y códigos).3-) Mapa Catastral especializado. Se utiliza la base de datos gráfica y alfanumérica integrada en el mapas base de datos catastrales. Características de empleo: como herramienta para apoyar la gestión agraria, medio ambiental y de riesgo de desastres, durante la toma de decisiones de los directivos, técnicos y especialistas de la entidad empresarial. El mismo facilita la apreciación y evaluación de un conjuntos de acciones relativas a: 1) La estructura de la tierra: para ejercer la planificación y organización de los recursos naturales existentes 2) El uso de la tierra: para la asignación de este en función de su vocación agro productiva y planificación de insumos 3) Al valor catastral: para calcular las variables impositivas de los inmuebles; 4) La dinámica y evaluación de la tierra: para conocer la fluctuación del valor inmobiliario. 5) El uso actual y potencial: para establecer políticas y estrategias de sostenibilidad conociendo los factores limitantes 6) Las inversiones más apropiadas y su ubicación 7) Análisis de la problemática agraria y rural: familias, bienes y servicios ambientales, recursos y medios de vida, capacidades 8) Las condiciones de riesgo de desastre: para conocer los factores de vulnerabilidad y su localización.

[2]Un Catastro actualizado, no solo en su parte fiscal sino también en la urbanística, permite a las Entidades Gubernamentales saber con exactitud el patrimonio con que cuenta un municipio, lo que facilita una correcta planificación en sus actuaciones y promover el desarrollo mediante el fortalecimiento de las finanzas municipales y el mercado inmobiliario.

Una de las grandes dificultades de la Subdirección de Catastro dentro del contexto de utilización de información, es la no continuidad de los procesos en el manejo de la información, debido al constante cambio del personal de prestación de servicios, y a la desactualización de la base de datos, lo cual genera que los usuarios no tengan fácil acceso e inviertan demasiado tiempo para obtener el producto deseado, desencadenando demoras en la entrega y calidad de la información solicitada por los usuarios.

Esta Propuesta se fundamenta en la importancia del catastro como soporte para el desarrollo sostenible de un país. Por ello es indispensable dar prioridad a la información catastral, destacando la forma de compilar, actualizar y divulgar la información. Por lo tanto, este proyecto surge de la necesidad de desarrollar una herramienta que permita estructurar y administrar de una manera eficiente la información catastral con el fin de satisfacer los requerimientos de la comunidad y facilite la toma de decisiones.

El siguiente proyecto se realizó para la Comuna 02 del Municipio de Santiago de Cali, Departamento del Valle del Cauca.

4.3.1 DEPURACION Y COMPILACION DE LA INFORMACION

Información Espacial:

Se realizara un inventario de la información vectorial de la zona urbana que reposa en la subdirección de catastro, se corregirán problemas de desplazamiento de la base cartográfica respecto a la orto fotografía a escala 1:1.000, además se aplicaran reglas topológicas que permitan identificar errores en los procesos de digitalización de las capas de manzana, terreno, construcción y demás capas asociadas a las predios, a su vez se identificaran y minimizaran inconsistencias en la base de datos geográfica como lo son campos innecesarios, nulos y repetidos

Información No Espacial (Alfanumérica):

Se identificaran las tablas alojadas en el sistema de información actual de la Subdirección de Catastro, que permitan establecer una relación con la base de datos geográfica, sobre las mismas se realizara un diagnóstico para determinar campos innecesarios, nulos, repetidos, problemas de indexación con el fin de garantizar datos confiables para ejecutar el proceso de reestructuración de la base de datos alfanumérica.

4.3.2 EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO.

Se realizará un diagnóstico sobre todos los trámites catastrales identificando aquellos que involucran una modificación a la componente espacial (linderos, áreas) de los predios. Se evaluara como responde el sistema actual (SIGCAT) a estos procesos en términos de tiempo y calidad de la información, es en este momento en el cual se identificaran en detalle las mayores necesidades a las cuales el nuevo sistema debe responder.

4.3.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Bajo un análisis de los datos necesarios para que el sistema de información responda a las necesidades, se identificará aquella información no útil al sistema como también la faltante y que deberá ser adquirida bien sea a través de recolección primaria o por fuentes secundarias.

Por otra parte se realizaran pruebas a los equipos actuales (servidores) para evaluar como estos responden a los procesos que se llevan a cabo, con el fin de determinar la necesidad de robustecer o modificar la componente física de los equipos para una correcta operatividad del sistema. También se revisarán los programas de cómputo existentes en términos de licenciamiento y capacidad de respuesta para el procesamiento de la información.

4.3.4 DISEÑO DEL MODELO DE DATOS.

IMPLEMENTACION

Es la construcción del nuevo sistema y el paso de dicho sistema a “producción” (funcionamiento diario). Se le conoce también como desarrollo, pero se confunde con el ciclo de vida completo del sistema de información. Las fases de implantación son: probar las redes y las bases de datos, Construir y probar las aplicaciones, instalar y probar el nuevo sistema, entregar el sistema para puesta en funcionamiento.

MANTENIMIENTO

Es el soporte “continuado de un sistema después de que se ha puesto en funcionamiento. Incluye el mantenimiento de aplicaciones y mejoras al sistema”. Esta fase incluye

actividades como: corrección de errores, recuperación de datos por fallas del sistema y adaptación del sistema a nuevas necesidades.

En el siguiente estudio se evidencio que en la actualidad, México no cuenta con información geográfica vectorial que cumpla con los requerimientos y normas internacionales. Además, la mayoría de la geo-información se encuentra en formato raster y dispersa; y si consideramos que el proceso de convertir la información a formato vectorial es un proceso costoso; implica que la generación de información vectorial sea escasa. Es por ello, que para este trabajo se generó la información espacial propia para el sistema.

En particular, se elaboraron mapas digitales del país, los cuales cuentan con la siguiente información: carreteras, poblaciones, hidrología, (principales cuerpos de agua) y la ubicación de las principales refinerías de México.

Todas estas capas de información, pueden ser visualizadas y manipuladas desde cualquier navegador Web que soporte HTML.

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

El primer paso consiste en diseñar la base de datos espacial, considerando las necesidades y el caso de estudio

Se establecen las relaciones entre las tablas de padres a hijos. En el diagrama se identifican a los hijos, como aquellos que se encuentran del lado de la línea de la relación cuyo extremo tiene un punto, y a los padres de lado cuyo extremo se conecta directamente con la tabla, debido a esto; la relación padre-hijo es una relación cuya cardinalidad es de uno-a-cero o uno-a-muchos según se especifique.

SELECCIÓN DEL MAPA

Para el proyecto se utilizó un mapa en papel de las carreteras de la República Mexicana con las siguientes características:

Serie: 20,000

Escala: 1: 2,500,000

Esferoide: CLARKE DE 1866

Proyección: CÓNICA CONFORME DE LAMBERT

Paralelos base: 17° 30' y 29° 30'

Meridiano central: -102.0.0

Datum horizontal: NORTEAMERICANO DE 1927 (NAD27)

Referencia de cotas: NIVEL MEDIO DEL MAR

Segunda edición: 1983

Primera impresión: 1983

Quinta impresión: 1990

DIGITALIZACIÓN DEL MAPA

La digitalización del mapa se realizó en AutoCad 2002, y se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Calibrar la tableta según los datos del mapa para asignar coordenadas de mapa a los datos que sean digitalizados.
- Definir las capas de trabajo donde se almacenarán los datos generados.
- Vectorizar el mapa.
- Generar el archivo con extensión .dxf (Drawing Interchange File) para su edición en Arc/Info.

Durante este proceso es posible que se cometan errores, los cuales son corregidos en la etapa de verificación ó edición de errores.

CREACIÓN DE LA TOPOLOGÍA Y CORRECCIÓN DE ERRORES

Una vez que se ha terminado la digitalización del mapa, el archivo con la extensión .dxf de AutoCad se debe exportar a un archivo el cual puede ser manipulado por Arc/Info. Este software se encuentra instalado en una estación de trabajo Sun, con el sistema operativo Solaris. Los datos espaciales digitalizados a utilizar deben estar libres de errores y topológicamente correctos. Esto debe realizarse estableciendo las relaciones espaciales existentes (topología), identificando errores y corrigiéndolos.

CONSTRUCCIÓN DE LA TOPOLOGÍA

La topología genera relaciones explícitas entre los elementos geográficos con cualquier cobertura, estas relaciones explícitas ayudan a identificar errores que pudieran existir en los datos digitalizados, ya que al construir la topología, las intersecciones de los arcos son creadas, así como la asociación de cada polígono con las etiquetas.

IDENTIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE LOS ERRORES DE DIGITALIZACIÓN

La identificación y corrección de errores se realiza en cada una de las capas, y esto disminuye considerablemente el número de nodos y arcos, asegurando de esta forma que los polígonos digitalizados se encuentren completamente cerrados. Esto ayuda en gran medida al algoritmo, ya que está basado en el número de nodos que contiene una entidad espacial.

RECONSTRUCCIÓN DE LA TOPOLOGÍA

Al realizar la edición de las características espaciales de las coberturas, se altera su propia topología. Por tal motivo, se reconstruyó la topología para establecer estas relaciones nuevamente. La información de cada cobertura depende del tipo de atributos contenidos en ella y se encuentra almacenada en tablas.

PROYECCIÓN, CAMBIO DE UNIDADES Y CREACIÓN DE SHAPES

Durante la digitalización realizada en el programa AutoCAD, la cobertura se vectorizó utilizando como unidades de mapa DD (Decimal Degree), en el sistema geográfico (Latitud-Longitud).

Una vez que se ha generado la topología y se han corregido los errores para cada capa, debe entonces definirse la proyección cartográfica de los datos. Para esto es necesario cambiar la proyección para adecuarla a los objetivos de la aplicación, esto debido a que las unidades manejadas son diferentes. A continuación se describen las características de la proyección final utilizada.

INFORMACIÓN FINAL

Los archivos que se han obtenido son los siguientes para cada capa del mapa:

- Archivo Shape (.shp)
- Archivo de base de datos (.dbf)

La información descriptiva que se manejará en las consultas del proyecto tal como nombres de estados, capitales, ciudades importantes y carreteras principales se agregarán a los archivos dbf. Los archivos shapefile de cada una de las capas son los que se utilizan

para la manipulación de información vectorial del mapa, como los desplazamientos y zooms. Finalmente, la representación se realiza a través de la aplicación de Web-Mapping.

Una investigación basada en las crecientes demandas de energía de manera sostenible en los Estados Unidos (RFS2), encomienda a la producción de 3780 millones L (1000 millones de litros) de biodiesel a partir de biomasa por año para el 2020. Tierras marginales urbanas, se definen como lotes con escaso potencial agrícola y no aptos para el uso residencial, se puede utilizar para cultivar materia prima del biodiesel, que puede contribuir a la RFS2. Los GIS son especialmente adecuados para identificar la cantidad y la ubicación de estas tierras marginales urbanas¹.

Esta investigación desarrolla un marco GIS para identificar las tierras marginales urbanas. El marco propuesto identifica 3.500 hectáreas de tierras marginales urbanas sin uso en Pittsburgh. Esta tierra marginal podría producir 129.000 litros por año de biodiesel de girasol. Pittsburgh podría contribuir 0.003% sobre el RFS2 y 0,1% para el mandato de biodiesel de Pennsylvania. Las ciudades pueden seguir el modelo de Pittsburgh para contribuir a los mandatos RFS2 estatales.

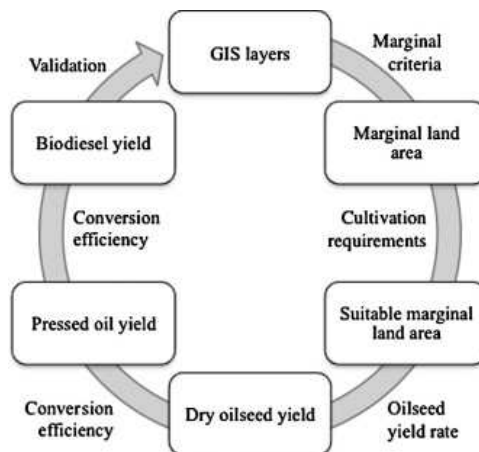


Figure 4-1. Process used to calculate potential biodiesel yield from sunflowers grown on urban marginal land. Rectangles with rounded corners represent intermediate results. Calculation steps are shown along the arrow. Fuente: Briana Niblicka, Jason D. Monnell, Xi Zhaoa, Amy E. Landis (Using geographic information systems to assess potential biofuel crop production on urban marginal lands)

La determinación del rendimiento de biodiesel a partir de la tierra marginal urbana es un proceso de varios pasos. En primer lugar, el método de clasificación de suelos marginales NRCS se define a través de los SIG, donde los suelos se distinguen en primer lugar de la

¹Fuente: Briana Niblicka, Jason D. Monnell, Xi Zhaoa, Amy E. Landis (Using geographic information systems to assess potential biofuel crop production on urban marginal lands)

tierra desarrollado utilizando SIG y se identificaron los suelos marginales en base a los requisitos de calidad del suelo y de cultivo.

Este estudio demuestra la viabilidad y el proceso de GIS-informada para la identificación de las tierras marginales urbanas y calcular la producción potencial de biodiesel a partir de girasoles que crecen en tierras marginales urbanas utilizando Pittsburgh, Pennsylvania, como un ejemplo.

En esta investigación los autores describen Un sistema de información geográfica a nivel decampo (FIS) ha sido desarrollado para satisfacer la necesidad de una herramienta de investigación para analizar los datos agrícolas en relación con la agricultura de precisión. FIS es un sistema compacto, basado en trama de información geográfica diseñado específicamente para aplicaciones de precisión de la agricultura. FIS puede cargar, mostrar gráficamente, manipular y guardar los datos numéricos que representan ya sea circular (con riego de pivote central) o campos de cultivo de forma irregular².

Los desarrolladores utilizan el lenguaje C++ y programación (POO) conceptos para poner en práctica una variedad de capacidades de análisis espacial, como la creación de campos de GPS los datos de límites, el punto y el bloque de interpolación, estadísticas simples y correlación orientada a objetos, manipulación de datos /región a través de la lógica, consultas y buffers, el análisis de patrones espaciales en los sistemas tanto de coordenadas cartesianas y polares, y el análisis de datos de teledetección.

Una necesidad se ha demostrado para el sistema de información geográfica (SIG) a medida para la investigación en la agricultura de precisión (Zhang et al., 1999). Muchos paquetes de SIG existentes son demasiado caro, complicado, o incómodo de ser herramientas deseables para el procesamiento de datos espaciales a escala de campo. Algunas de las herramientas analíticas necesarias para aplicaciones de agricultura de precisión, como punto de apoyo, consultas lógicas, la generación de buffer, y el análisis de patrón es espaciales están disponibles en paquetes de software SIG disponibles en el mercado. Tales programas, sin embargo, pueden contener características que son de poco o ningún uso práctico en agricultura de precisión (Evans et al., 1995).

Paquetes de SIG comerciales diseñadas para aplicaciones específicas en la agricultura de precisión, incluyendo los paquetes que se ven den junto con máquinas agrícolas, no contienen funciones analíticas sofisticadas para el análisis espacial de datos que se necesitan urgentemente en investigaciones (Essetal., 1997).

FIS ha sido diseñado para Windows 3.1x, 95, 98 o NT. Requisitos de hardware incluyen Pentium o PC 486 con sede en con una resolución mínima de 800x 600 pantalla, 256 colores, 5MB de disco duro y 4MB de memoria RAM. El sistema utiliza una estructura de datos de trama con los archivos de límite del campo de vectores con formato. Permite cuatro

²Fuente: Shane Runquist, Naiqian Zhang, Randy K. Taylor (Development of a field-level geographic information system)

sistemas, tres tipos de archivos de los mapas para la entrada /salida, y dos tipos de archivos de imagen para la entrada de datos de teledetección de coordenadas. Los mapas se pueden mostrar en un solo color o hasta los modos de color de 24 bits. Los colores, las clases de color, y los rangos de clase son seleccionables y editables por el usuario.

Comparando con los paquetes de software SIG de propósito general, como ArcView, Idrisi, y Surfer, FIS es único en los siguientes aspectos:

1. Ser un SIG basado en raster, FIS utiliza un formato vectorial para definir los límites del campo. Esto es compatible con la inspección de la frontera campo utilizando dispositivos GPS. FIS también tiene la capacidad de simplificar las cadenas de contorno GPS, que suelen ser bastante complicado y, a veces, enredado debido a tasas de muestreo y errores de posicionamiento incorrectos del GPS.
2. FIS utiliza el archivo de límites y un campo de perfil para manejar mapas reales de campo con diferentes grados de precisión y resolución, y de diferentes fuentes.
3. FIS maneja campos circulares con una alta eficiencia. Campos de riego de pivote central son muy comunes en América del Norte. Para los campos circulares, FIS no requiere límites GPS. FIS proporciona análisis de patrones espaciales y procesamiento en los sistemas tanto de coordenadas cartesianas y polares. Por lo tanto, los patrones espaciales en las direcciones radial y tangencial de un campo circular se pueden detectar fácilmente usando el análisis de Fourier; patrones espaciales no deseados también pueden eliminarse con filtros de frecuencia en ambas direcciones radial y tangencial de los campos circulares.
4. Las funciones de consulta de FIS son flexibles. Cada operación de consulta puede manejar hasta cinco reglas ordenadas entre hasta diez capas de mapa.
5. Como FIS está diseñado específicamente para aplicaciones de precisión de la agricultura, que es compacto, que incluye sólo las funciones de gran utilidad para el análisis de datos de campo agrícola. Es simple y, por lo tanto, fácil de usar. Los requisitos de hardware del FIS son significativamente más bajos que el resto de sistemas de información geográfica.

FIS ha sido aplicado en varios experimentos de precisión-agricultura para el análisis de datos espaciales y de toma de decisiones. El software se utilizó en el análisis de datos para la gestión de variables de nitrógeno (Redulla et al., 1997) y para comparar diferentes tecnologías para la medición de la salinidad del suelo en filtraciones de solución salina (Mankin et al., 1997). Las funciones de consulta de FIS fueron utilizados para analizar la respuesta de campo de híbridos y de la población en un experimento para estudiar la viabilidad de la siembra de tasa variable. FIS también se utilizó para normalizar los rendimientos a través de años y a través de rotaciones (Zhang et al., 1998). Índices vegetativos normalizado de diferencia se formaron a partir de fotografías aéreas a color infrarroja utilizando FIS para identificar las áreas infestadas de maleza. Patrones circulares en una foto aérea de un campo de maíz con riego de pivote central causada por huellas de

las ruedas fueron eliminadas mediante las funciones de filtrado espacial de la FIS (Zhang et al., 1999). La función de amortiguamiento y las funciones de FFT se usaron para delinear las zonas de gestión basadas en la elevación y la conductividad del suelo (Zhang et al., 2000). FIS está disponible en el dominio público. El software puede ser adquirido por contacto con los autores en el Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica de la Universidad Estatal de Kansas.

5 METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE TRABAJO

Este proyecto corresponde a un desarrollo tecnológico de un visor SIG bajo el estándar *Open Geospatial Consortium* en el cual define los estándares de utilizar códigos abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web.

5.2 PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema se lleva a cabo el siguiente esquema metodológico

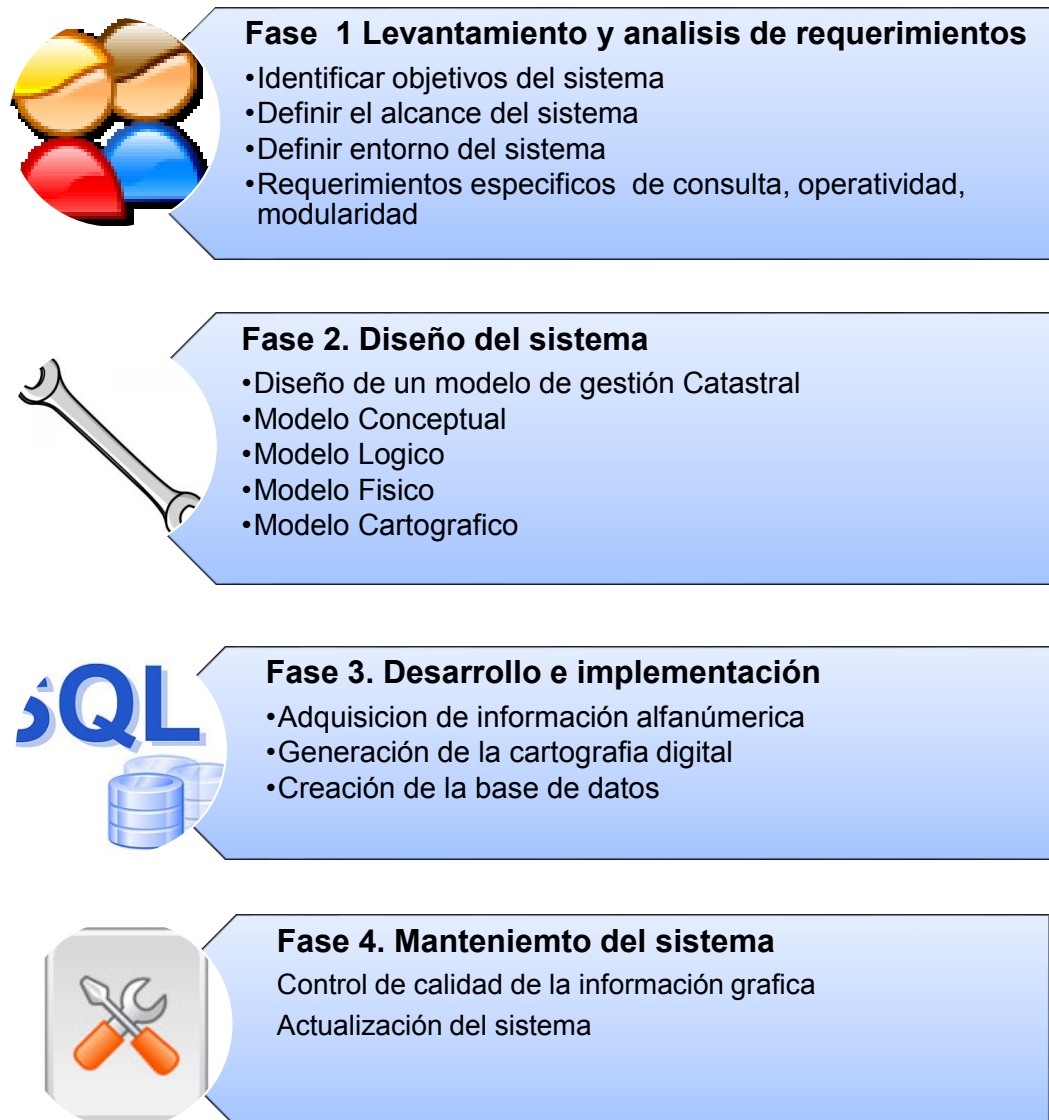


Figura 5-1 Esquema metodológico. Fuente: Elaboración propia.

5.3 FASE 1 .LEVANTAMIENTO Y ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

Con el objeto de clarificar los alcances y los limitantes del sistema de acuerdo a las demandas y las exigencias de los usuarios que solicitan el desarrollo de la aplicación a las soluciones que puede proporcionar; el levantamiento y análisis de requerimientos se presenta para realizar un sistema de información geográfica de las haciendas de administración directa del ingenio Mayagüez

En esta sección se expresa su definición y objetivo para dar cumplimiento al producto que se entregara al usuario dejando por hecho los intereses y los problemas percibidos que se consignan en el levantamiento de requerimientos que tendrá del sistema.

5.3.1 Objetivo General

Desarrolla una aplicación SIG como alternativa de manejo de información que le entrega al ingenio Mayagüez en forma actualizada y eficiente la ubicación geográfica de las haciendas de administración directa para el apoyo en la gestión del cultivo de caña de caña.

5.3.2 Objetivos específico

El sistema de información geográfica de las haciendas de administración directa debe incluir:

- Construir un portal web con las especificaciones de seguridad informática.
- Se requiere visualizar espacialmente las haciendas de administración directa del ingenio Mayagüez.
- Ofrecer al usuario la localización espacialmente la hacienda de interés, utilizando alternativas de consulta con variables de tendencia y nombre de la hacienda.
- El sistema debe generar información del cronológico a través de las capas de las haciendas.
- Generar información estadística del TCH y de la edad de la caña.

5.3.3 Alcance y limitaciones del sistema.

El manejo de la información cartográfica del ingenio Mayagüez es utilizada por herramientas geo informáticas como el AutoCAD y el ArcGIS. La base de datos de reporte cronológicos en la actualización de registro de labores agrarias, cambio de áreas, variedades, edades etc... utilizan software como SIAGRI, este conjunto de información es administrada en el departamento de ingeniería agrícola por lo que presenta cierta complejidad en el manejo de estructuración de un SIG como un servicio.

El objetivo planteado de un sistema de información geográfica obliga a desarrollar una herramienta especial para dar solución a la relación espacial de las haciendas de administración directa y un registro especializado en el cultivo de caña.

La información que entregara la herramienta como un sistema de información geográfica es diseñada para dos tipos de usuarios:

1. Usuario con acceso al portal web para realizar consulta en línea a través de internet.
2. Usuario que desea obtener información por consulta directa sobre mapas y tablas.

El sistema está limitado para usuarios que tengan cuenta creada en el portal web.

El sistema está diseñado para que la información sea visualizada por profesionales de labores agropecuarias que manejan información espacial y registros cronológicos en los procesos de gestión agraria y toma de decisiones.

Las consultas específicas del sistema están diseñadas para la localización de la hacienda de interés de acuerdo al área de cobertura de las haciendas de administración directa que maneja el Ingenio Mayagüez.

La respuesta que dará el sistema es comunicada a través de imágenes y tablas de información alfanumérica de registros de cultivos de caña, por lo tanto no está diseñada para personas con limitaciones visuales.

La información física del sistema funciona a través de información espacial georreferenciada a un sistema de coordenadas global como WGS 84 en unidades geográficas y proyectadas al vuelo en coordenadas planas MAGNA SIRGAS Colombia Zona Oeste en unidades métricas

El sistema contara con paneles de visualización de imágenes de Google Earth integrada con la cartografía de las haciendas de administración directa. Además contara con herramientas de medición horizontal de manera lineal y poligonal expresada en unidades métricas.

El sistema se diseñara para visualizar a cualquier tipo de escala, ya es decisión del usuario que tipos de escala convencional o no convencional usar.

5.3.4 Definición del Entorno.

El entorno conceptual del sistema acoge las condiciones de los elementos que hacen parte de las funciones agrarias en la producción de caña; su entorno físico se encuentra en el área rural de municipios de los Departamentos del Cauca y Valle del Cauca como Candelaria, Pradera, Palmira, Jamundí, Tuluá, Santander de Quilichao, Caloto, lo cual hace que para el sistema propuesto se incluya coberturas de áreas urbanas y rurales, vías principales, ríos, cuerpos de agua. Además para funciones del sistema se entenderá como entorno las haciendas de administración directa que maneja el ingenio Mayagüez.

5.3.5 Definición detallada de requerimientos

Definido el objetivo general y específicos del sistema en lo requerimientos recogeremos los complementos básicos que el sistema proporcionara como solución al usuario.

- a) Solo se tiene acceso al sistema a través de internet.
- b) El ingreso al sistema es por cuenta de usuario para el profesional que participa en el proceso de gestión agraria.

Identificando lo que el sistema debe proponer para cada una de estas soluciones, se presentaran los siguientes requerimientos.

5.3.6 Aplicativos SIG para el acceso a través de internet.

1. Requerimientos de la información del portal.

Para el diseño del portal se contara con dos tipos de información:

a) Información espacial:

La información espacial es la representación gráfica del sistema en que se representa la cartográfica básica y temática que provee el ingenio. Su función será parte operativa e informativa del sistema de la siguiente manera

- Información operativa: Áreas de haciendas, polígonos y suertes
- Información informativa: Ejes viales, ríos, cuerpos de agua, cabeceras municipales, caseríos, sistema de coordenadas, unidades métricas.

b) Información alfanumérica:

Esta información está asociada al registro especializado de los cultivos de caña de azúcar que maneja como base de datos el ingenio es decir los reportes cronológicos.

2. Requerimientos específicos de consulta y respuesta.

Una vez el usuario accede al portal el sistema tendrá las siguientes características.

a) Tipos de consulta:

La consulta del sistema se presenta como el proceso del desarrollo lógico del diseño en proceso de entrada y salida de la información en el contexto operativo de una serie de comandos dinámicos en una interface manejable y agradable, simplificando al máximo la intervención del usuario, ya que es simplificada por orden:

- Consulta por tendencia administrativa
- Consulta por hacienda

b) Tipos y características de las respuesta:

Cuando el usuario formula la consulta dinámica que ofrece el sistema el tipo de respuesta genera las siguientes características:

- La información gráfica de la hacienda de interés será en una escala legible acorde al espacio de presentación del portal como respuesta de localización de la hacienda.
- A menor escala la información cartográfica contiene mayor detalle de información relacionada a sus respectivos colores y cuadro de convenciones.
- La información tabular debe ser anexa a la cartografía ofrecida como respuesta
- Se obtiene otro tipo de respuesta puntual manejando el visor cartográfico del sistema.
- La información temática va relaciona a la clasificación de valores estadístico cuantitativos de los registros de los cultivos de caña.

c) Requerimientos específicos operativos

- **Acceso al portal**

El usuario a través de un link entrara a la presentación del portal en cual tiene un usuario y contraseña que por seguridad de la información del ingenio el acceso al portal cumplirá los siguientes requisitos:

1. Debe ser empleado del ingenio.
2. Se limita para el personal profesional que está a cargo en los procesos de gestión agraria y labores de campo.
3. El usuario podrá cerrar sesión.

Una vez los datos del usuario coincidan con la cuenta administrada en la base de datos del portal, podrá acceder sin dificultad a la información.

- **Forma de consulta**

El portal tendrá un panel de consultas de manera dinámica, en un proceso más rápido y eficiente conectado a un motor de base de datos para la operatividad y salida de la información.

- **Tiempo de respuesta:**

El tiempo de respuesta de la información depende de la velocidad de la red (internet, intranet) ya que son consultas dinámicas realizadas en un portal web. Este tiempo no debe durar los 15 segundos, sin embargo en caso de que el sistema en la construcción de respuesta no enlace la operación lógica de la consulta dará un mensaje de advertencia.

- **Actualización de la información**

La fuente de la información espacial y alfanumérica es realizada por el departamento de ingeniería agrícola por lo que se debe establecer un enlace permanente con un administrador SIG que actualice la información del sistema, para que el usuario no tenga inconvenientes en el servicio que requiera del SIG.

- **Sistema operativo**

El sistema funciona utilizando un servidor de código abierto para compartir y editar datos geoespaciales como lo es GeoServer, al igual la disponibilidad de un servidor web como lo es Apache HTTP Server. GeoServer sirve de implementación de referencia del estándar *Open Geospatial Consortium* en el cual define los estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. El despliegue y uso del aplicativo funciona en cualquier navegador en lenguaje Html, PhP o Java.

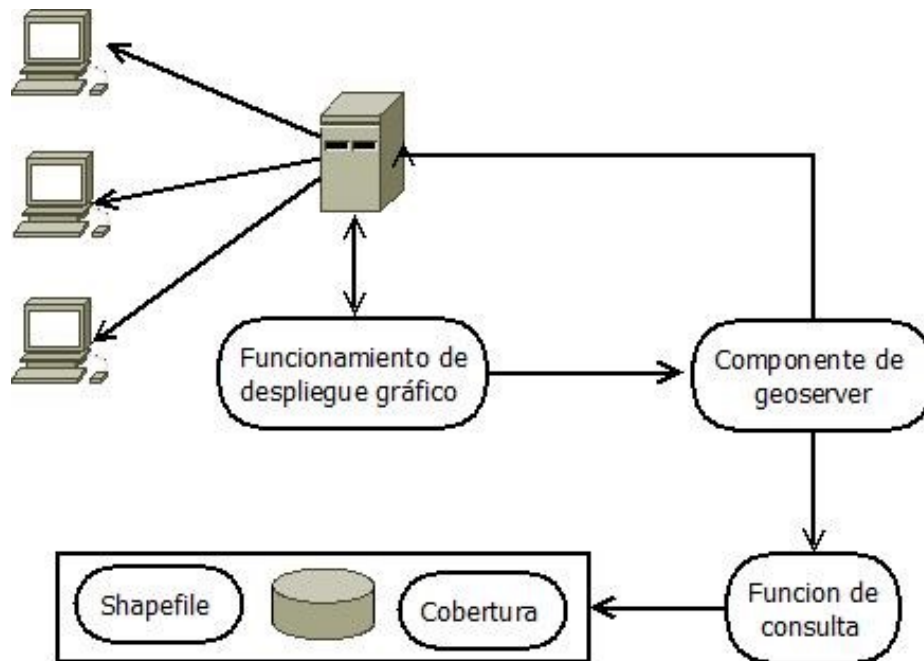


Figura 5-2 Requerimiento específico operativo Arquitectura del sistema.

3. Requerimientos de modularidad del sistema

De acuerdo a los requerimientos previos para el óptimo desarrollo de los procedimientos y operatividad del sistema, se identifican tres módulos:

- a. Módulo de pre operatividad: con el fin de que las funciones del sistema sean eficientes, este módulo definió el análisis de entrada de la información para el procesamiento de respuesta.
- b. Módulo de Consulta: En este módulo se definen las consultas como parte de los requerimientos que se necesitan para la confección y operatividad de la respuesta del sistema
- c. Módulo Salida de Información del Sistema: En este módulo, se le entrega al usuario los detalles de información solicitada consignada en un visor de mapas, con diseño creativo, artístico y agradable a la vista del usuario.

5.4 FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA

Definido los requerimientos de los usuarios, el objetivo de diseñar una herramienta para los procesos de gestión agraria en su representación espacial y el análisis de los datos, demuestra la necesidad e importancia de las herramientas catastrales para la interrelación de los levantamientos topográficos y de los registros especializados para los cultivos de caña.

5.4.1 DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN CATASTRAL

El catastro tradicional combina levantamientos aerofoto gráficos y trabajos de campo cuyo resultado es la representación cartográfica del medio rural y urbano a escalas convencionales en un nivel de detalle específico que permitan apreciar los bienes inmuebles. El IGAC, en su calidad de autoridad catastral para el país (Colombia), determina las labores catastrales mediante la expedición de normas técnicas, y ejerce vigilancia para su cumplimiento. Para la elaboración y mantenimiento de un catastro moderno el IGAC durante las últimas décadas busca la optimización de los procesos, entre ellos relacionados con la gestión de la información catastral. En el año 2005 el IGAC identificó la necesidad de contar con un sistema de información geográfico catastral para el manejo seguro de grandes volúmenes de datos y la integración de la información gráfica y alfanumérica, con el fin de renovar la prestación de los servicios de Catastro, optimizar recursos, modernizar la atención de los usuarios, mejorar la calidad de la información y dar un valor agregado a los datos catastrales. Esta transformación busca la optimización de procesos en el catastro en los procesos de información catastral.

Actualmente el ingenio Mayagüez en los procesos agrarios, el departamento de ingeniería agrícola utiliza tecnologías geomáticas siendo el más destacado el sistema de posicionamiento global GPS en tiempo real (RTK) así como software para el procesamiento digital y representación en CAD y otros. Los profesionales modernos de las ciencias agropecuarias recurren mucho a estas tecnologías ya que sin ellos hoy en día sería imposible gestionar los procesos agrarios para apreciar y evaluar acciones de la producción agropecuaria. La tendencia contemporánea del ingenio en la Geomatización de la agricultura es cada vez mayor en los distintos procesos de producción agraria y a futuro la información espacial tiene que ser administrada espacialmente.

Para el análisis de los datos y su representación espacial es necesario utilizar herramientas catastrales para lograr una gestión a nivel de parcelas, sub-parcelas con el objetivo de agrupar los elementos que definen la salida del sistema de un modelo cartográfico para la representación de los bienes inmuebles de las áreas agrícolas del ingenio.

El desarrollo de una aplicación catastral es apoyar los procesos de toma de decisiones para los departamentos de ingeniería agrícola y la gerencia de campo del ingenio. Las principales características para llevar a cabo esta información es de realizar un sistema para integración gráfica y alfanumérica, utilizando técnicas catastrales para el diseño de la base de datos y la de un mapa catastral especializado para los cultivos de caña de azúcar.

El aporte que se puede utilizar para la elaboración y mantenimiento de la información es utilizando metodologías del catastro moderno que ejerce el IGAC.

- a) Técnicas: la numeración de parcelas y sub-parcelas
- b) Georreferenciación: Delimitación y ubicación de las parcelas, superficies de las parcelas.
- c) Usos de las tierras: Usos agrícolas, usos no agrícolas.
- d) Tenencia: Tipo de actividad económica y física del bien inmueble.

La norma técnica Colombiana de Catálogo Básicos Sector Azucarero establece que la numeración de parcelas y sub-parcelas deben tener asociado un código de atributo alfanumérico para la creación de capas en formato digital y vectorial con el fin de unificar criterios para el análisis espacial de cada parcela en una determinada capa a la que se le asigna un conjunto de atributos alfanuméricos para caracterizarlas cualitativa y cuantitativamente (Nombres y códigos).

El ingenio en la confección de un sistema de información geográfico corresponde a cada hacienda sembrada con caña de azúcar un código general de 3 dígitos y para las subparcelas un código de 3 dígitos para el manejo de su base de datos y su relación con el prontuario, cronológicos o maestro de suertes de las labores agrarias del ingenio.

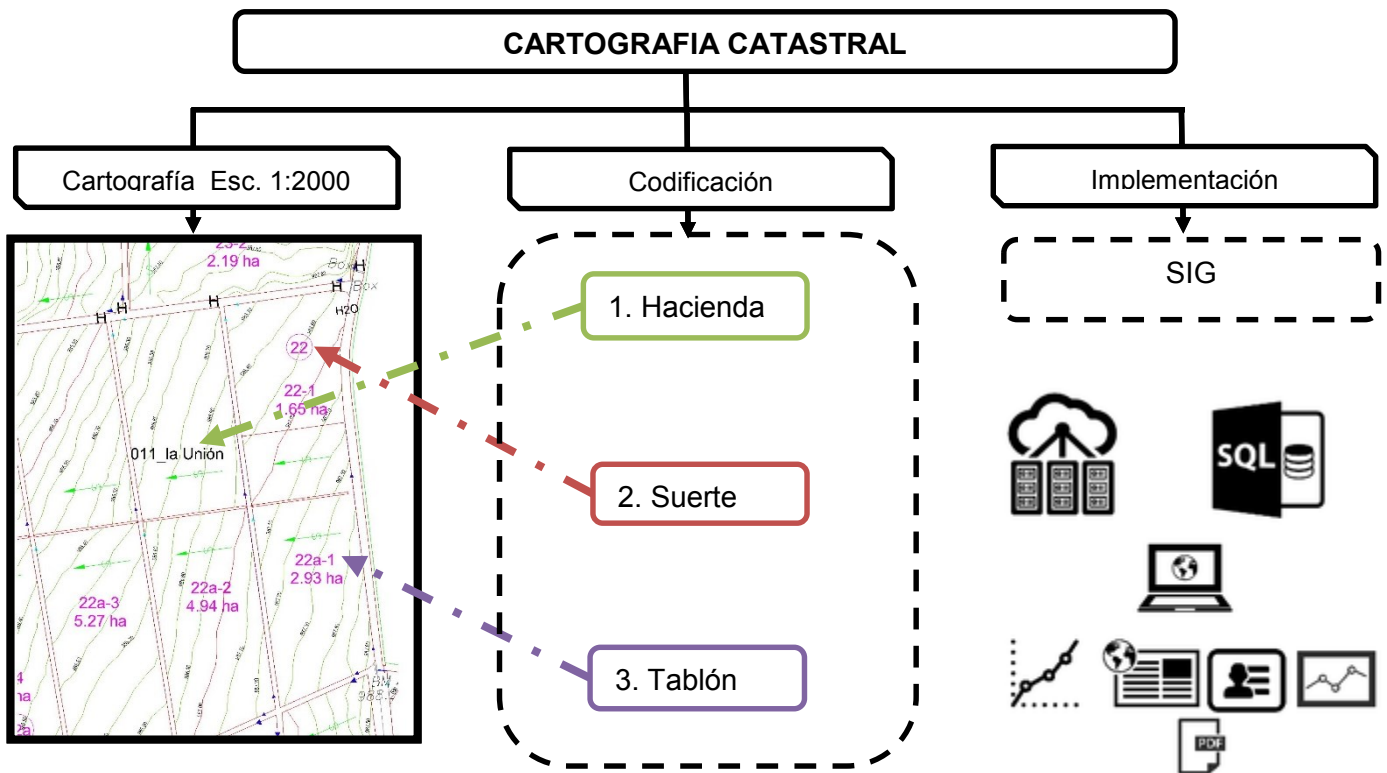


Figura 5-3 Diseño de un modelo de gestión catastral ingenio Mayagüez. Fuente: Elaboración Propia.

Para sintetizar los elementos que debe contener la base de datos en la creación de un código único, permanente e independiente corresponderían a la designación y representación de las divisiones parcelarias de las haciendas y estar sujeta a modificaciones como decisiones adoptadas por los procesos de gestión agraria o cambios físicos (englobes y des englobes). El catalogo sugiere que el código debe estar conformado por el código de la hacienda más el código de la suerte y el código del tablón.

Primer componente		Segundo componente			Tercer Componente				Cuarto Componente		
Tenencia		Hacienda			Suerte				Tablón		
0	1	6	3	4	0	1	4	b	0	0	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
01. Tierras Propias 02. Cuenta de participación		Cod_hda			Cod_ste				Cod_tab		

Tabla 5-1 Componentes estructurales del código de distribución de parcelas del ingenio.
Fuente: Elaboración propia.

- **Primer componente:** Los dígitos 1 y 2 corresponde a la actividad económica del bien inmueble o hacienda.
- **Segundo componente:** Los dígitos 3, 4 y 5 corresponde al código asignado por la administración agraria del ingenio.
- **Tercer componente:** Los dígitos 6, 7, 8 y 9 corresponde a la unidad parcelaria de la suertes
- **Cuarto componente:** Los dígitos 10,11 y 12 corresponden a la subdivisión de “suertes” en tablonés.

Para garantizar la identificación y selección de las parcelas el código definirá las relaciones en una estructura de registro especializado para el cultivo de caña con el objetivo de representar el conjunto de datos compilados cartográficamente para satisfacer los requerimientos establecidos en el desarrollo de las especificaciones técnicas que debe contener la base de datos.

5.4.2 DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

El proceso de diseño del modelo de datos representa la descripción de los elementos y entidades para la implementación y funcionamiento de la aplicación. Para definir las estructuras y funciones de la base de datos se diseñan los modelos que representen el esquema conceptual del entorno real en un esquema lógico que harán parte de la operatividad del sistema mediante los siguientes componentes:

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

La descripción de estos modelos determinara el comportamiento de la operatividad del sistema mediante la abstracción cartográfica de un catastro agrícola estructurado en una base de datos.

5.4.2.1 MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA

Partiendo de nuestro problema principal, el modelo de sistema se construye a partir de la importancia de representar los bienes inmuebles sembradas en caña de azúcar, que hacen parte de la administración directa en las labores agrarias del Ingenio Mayagüez, plasmándola de la forma más clara y concisa a un sistema general catastral para la gestión agraria a nivel de parcelas.

El diseño general se construye con elementos espaciales importantes normalizados de acuerdo a la estructura de clasificación de los objetos geográficos, que se estableció como norma técnica Colombiana de Catálogo Básicos Sector Azucarero Colombiano Comité Técnico ICONTEC 00034. En 1999 un grupo de trabajo de sistemas de información geográfica del sector azucarero elaboró un catálogo de objetos geográficos básicos con el fin de presentar un esquema de clasificación de objetos geográficos que se consideran que son básicos para la aplicación de Sistemas de Información geográfica (SIG) en la agroindustria Azucarera, lo mismo que una definición de dichos objetos, el tipo de geométrica y el nombre de cada cobertura.

Dicho catalogo proporciona un marco de trabajo normalizado en la que se identifican tres elementos espaciales importantes que generalizan la forma operativa de cómo el sistema va a funcionar haciendo parte de la conceptualización de un modelo catastral:

- **Catastro**
 - *Hacienda*: Corresponde al lote, lotes o espacio geográfico que se constituye el predio y que está dedicado a la siembra de caña de azúcar.
- **Áreas administrativas y productivas**
 - *Suerte*: Unidad parcelaria en que se divide una hacienda sembrada en caña
 - *Tablones*: Subdivisión de “Suertes” delimitada por callejones o canales
- **Registro alfanumérico**: Corresponde a los registros actualizados de las labores realizadas en campo

Para entender la forma operativa general de cómo el sistema debe funcionar, nos situamos desde el posible punto de vista de los actores dentro del sistema

- El usuario: el gerente de campo, el jefe de ingeniería agrícola y el área de cosecha ingresa su login y password para entrar al entorno web mapping.
- Los usuarios buscan ubicar espacialmente las haciendas, ya sea por una paneo general o por consulta.
- Una vez los usuarios identifiquen la hacienda podrá activar otros elementos espaciales como direcciones de surcos, riegos, desagües y drenajes para identificar la estructura de riegos de la hacienda

- Los usuarios dan clic en una determinada suerte para identificar su variedad, el TCH, las fechas de siembra, la fecha de corte, el número de cortes realizados, la zona agraria a la que pertenece etc.
- También puede visualizar una representación gráfica y estadística de la hacienda sobre los valores de TCH y las edades de la caña hasta la fecha actual del servidor.

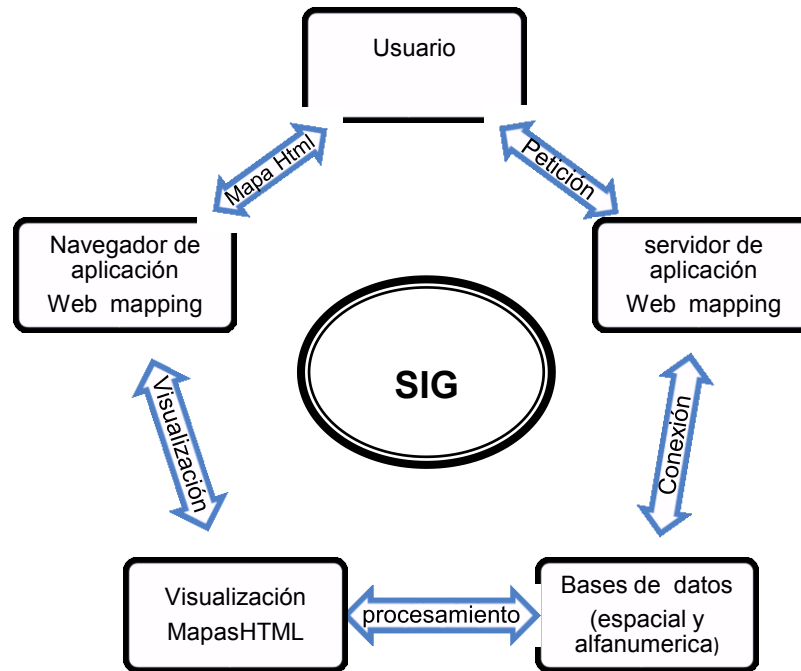


Figura 5-4 Arquitectura del sistema.

5.4.2.1.1 Elementos del sistema

A partir del modelo conceptual del problema en la realidad y del sistema a desarrollar, se pueden identificar los siguientes elementos dentro del sistema, que para efectos de operatividad, se han clasificado en activos o directos y pasivos o indirectos:

Elementos activos o directivos: Son aquellos que intervienen directamente en la operatividad del sistema y son usados en la construcción de parte o en toda la solución.

Estos son:

Necesidad de identificar el cronológico con la información espacial: A partir de este, se desencadena el proceso operativo y funcional del sistema.

Usuario: Está constituido por la información que integra el usuario al sistema, en términos de la localización de la hacienda de administración directa.

Hacienda: Bien inmueble localizado geográficamente donde se inicia la consulta de interés relacionada con las parcelaciones de gestión agraria para el cultivo de caña de azúcar

Suerte: Distribución administrativa de la hacienda para identificar la productividad de la siembra de caña en la hacienda

Tablones: Distribución parcelaria de las suertes en la que se establece su dirección de siembra, riego y desagües delimitada por drenajes y callejones

Elementos pasivos o indirectos: Son aquellos que están dentro del sistema, pero no hacen parte operativa de la solución, sino que son usados como información adicional al usuario para su orientación, relación espacial y construir una información de salida más elaborada. Estos son: Vías, perímetro urbano, ríos, zanjones, quebradas, ingenios y objetos no removibles.

5.4.2.1.2 Concepción operativa del sistema

La organización y almacenamiento de la información es el marco de la actividad operativa del sistema en base a los requerimientos de los usuarios quienes demandan la información atendiendo la necesidad de consultar en tiempo real sobre los registros de la distribución productiva en la siembra de caña en las haciendas de administración directa. Por lo tanto el sistema estará representado en una arquitectura cliente/servidor a través de servicios de internet en una plataforma web.

La configuración de la consulta propuesta para el sistema se efectuara bajo el cumplimiento del requerimiento establecido por el usuario. La plataforma web le brindara al usuario la opción de normalizar su selección de un orden general y como respuesta llegar a otra opción de un orden específico, es decir para los usuarios que necesitan consultar la información en tiempo real sobre la localización y distribución parcelaria de la hacienda en el orden administrativo espacial y en relación a sus registros cronológicos, el usuario debe primero identificar a que tendencia administrativa pertenece, eligiendo una de las dos opciones ya sea como tierra propia o como cuentas de participación e inmediatamente como respuesta el sistema desplegara otra opción en lista de las haciendas que pertenezcan a una de las dos opciones.

En el momento en que el sistema reciba la información de entrada, la información de salida será en localizar la hacienda espacialmente y generar un reporte alfanumérico del listado de las suertes. El usuario podrá continuar su consulta buscando una hacienda que pertenezca a la tenencia que eligió inicialmente y si quiere localizar otra hacienda pero esta pertenece a otro tipo de tenencia, el usuario debe regresar a la primera opción en la que tiene que elegir la tenencia de su interés y siguiente a este elegir la hacienda relacionada. En este sentido el sistema no tiene limitaciones de consulta funcionando como la atención a una transacción atendiendo una sola pregunta por el usuario y generando una sola respuesta de manera relacional de los registros hacia el objeto geográfico.

5.4.2.1.3 Proceso del sistema

Dentro del sistema se identifican los siguientes procesos:

- a. Despliegue de información espacial: la primera vez cuando el usuario accede al sistema le permitirá ver una página web con una imagen del mapa de todas las haciendas de administración directa desplegando un conjunto de capas, normalizadas de acuerdo a los objetos geográficos establecidos en el sector azucarero.
- b. Visualización y despliegue de las capas: Los usuarios podrán hacer un mejor análisis y evaluación del entorno geográfico en función de activar y desactivar las capas existentes en el mapa.
- c. Consulta de búsqueda de la hacienda: Consiste en efectuar un análisis relacional vinculado a la topología de los datos para efectuar una consulta atributiva por administración directa y descriptiva de un objeto geográfico.
- d. Proceso de identificación de Suertes: Esta funcionalidad consiste en señalar un objeto geográfico de suerte y dar clic obteniendo como respuesta la tabla de atributos de un cronológico relacionado con este.
- e. Proceso de entrega de la respuesta al usuario: El sistema regresa la información contenida en la base de datos cumpliendo con las exigencias por el usuario en el proceso de búsqueda e identificación, visualizando la salida grafica de la hacienda y el reporte cronológico de las suertes.

5.4.2.1.4 Prioridades de los procesos del sistema

En el sistema todos los procesos son importantes y necesarios, por lo cual no cuenta con una jerarquización, pero si tiene sus prioridades de orden de consulta de la siguiente forma

- Proceso de entrada de datos:
 1. Tendencia administrativa: selecciona las siguientes opciones
 - a. Propias(Pr)
 - b. Cuentas de Participación (Cp)
 2. Hacienda: selecciona las siguientes opciones
 - a. Nombre da la hacienda (Pr)
 - b. Nombre de la hacienda (Cp)

Este proceso de consulta es una opción de acercamiento hacia la ubicación de la hacienda como respuesta al sistema. Si el usuario no sigue un orden adecuado, el sistema no le permitirá identificar las haciendas que pertenecen a las tierras propias o a las de cuentas de participación. Otra forma es que el usuario podría localizar su hacienda de interés mediante herramientas de paneo y zoom pero no tendrá como respuesta un reporte de los atributos del cronológico general de la hacienda. Los tiempos de interacción serian distintos, ya que sería mucho más eficiente que se ubicara la hacienda en una secuencia lógica en modo de consulta.

5.4.2.1.5 Modelo Entidad - Relación

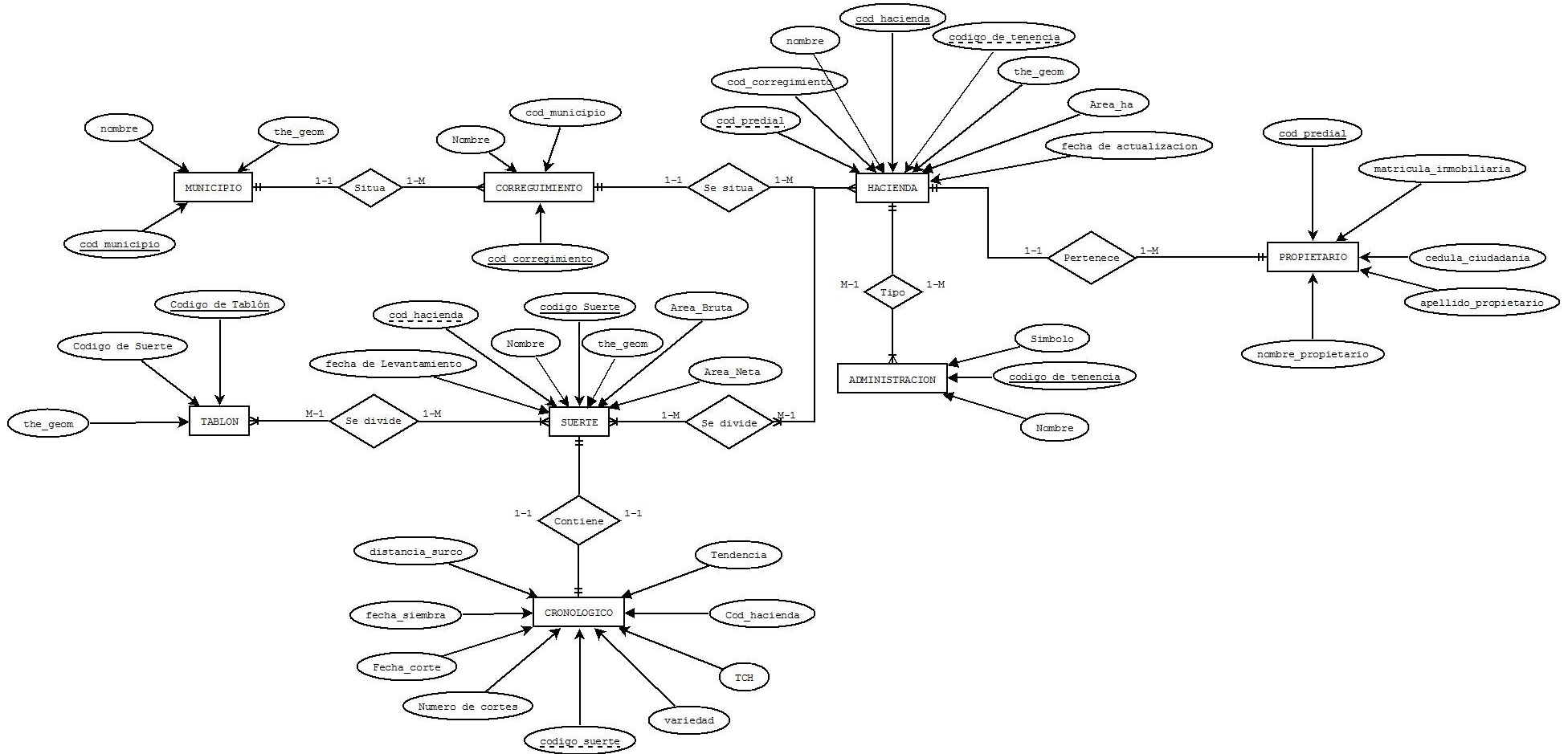


Figura 5-5. Diagrama modelo entidad relación. Fuente elaboración propia.

5.4.2.2 MODELO LÓGICO DEL SISTEMA

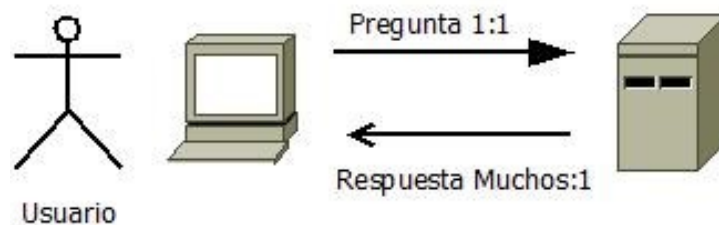
5.4.2.2.1 Interacción y Operatividad del Sistema

El funcionamiento de la operatividad del sistema depende a través del requerimiento del usuario para establecer la estructura de salida de la información e interacción de una cadena de solicitudes y operaciones en forma de transacción.

5.4.2.2.2 Definición de relaciones y procesos entre elementos en el sistema

Con base a la concepción operativa y al desarrollo del modelo conceptual, las relaciones que se pueden establecer se presentaran según la secuencia lógica del flujo de información, siguiendo los requerimientos planteados. Estas son:

Visión macro del sistema desde el punto de vista relacional.

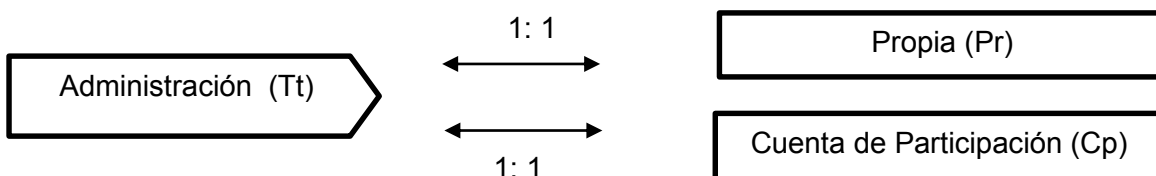


La prioridad del sistema es tener en cuenta la dirección del flujo de información a partir de las relaciones directas entre el usuario y el sistema. Se presenta condiciones diferentes de relación en sentidos contrarios. Comienza con la consulta del requerimiento del usuario hacia el sistema y como respuesta del sistema un solo resultado.

Nivel 1 Pregunta usuario-información (interfaz de entrada)

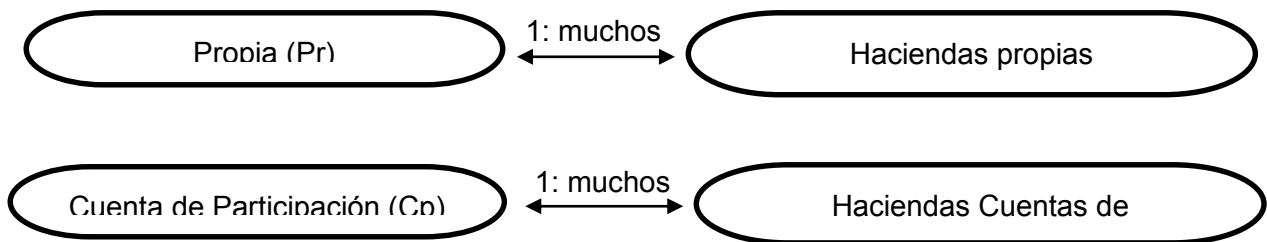
La preparación de la pregunta del usuario hacia el sistema contiene los siguientes Subniveles:

Subnivel 1.1: Tipo de Tenencia (Tt)



El usuario tiene como opción de elegir un solo elemento de los distintos tipos de tenencia ya sea tierras propias o cuentas de participación. Esta opción constituye el inicio de que el sistema de como respuesta al usuario las haciendas que pertenece el elemento que eligió.

Subnivel 1.2: Nombre de la hacienda

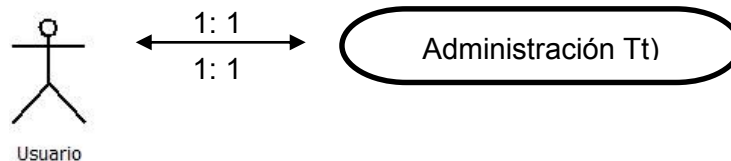


Este subnivel agrupa la respuesta del subnivel 1.1 donde el usuario termina de construir la pregunta eligiendo la hacienda que desea localizar.

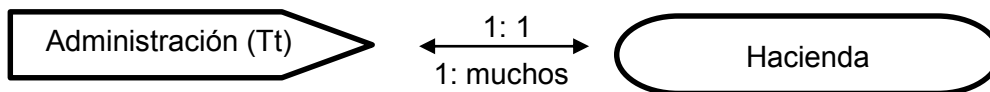
Nivel 2. Procesamiento de información y generación de respuesta

Una vez realizada la confección de la pregunta del nivel 1 el procesamiento de la información comprende las siguientes actividades.

Subnivel 2.1: identificación por tipo de tenencia



Subnivel 2.2: Identificación de la hacienda relacionada con el tipo de tenencia.



Los datos de entrada del sistema están enlazados a todas las haciendas de administración directa, con el propósito de generar una solución temporal de optimizar la búsqueda de localización.

La forma lógica de operar la consulta realizada por el usuario es que el sistema realice un zoom de acercamiento a la forma geométrica y localización espacial del elemento hacienda, con el fin de generar una tabla alfanumérica de las suertes que forman parte de la hacienda esta relación es 1 hacienda muchas suertes.

Subnivel 2.3: identificación de suerte

El sistema tiene una herramienta de identificación de suertes en la se intersecta un elemento espacial puntual con el elemento de suerte como polígono.

- El elemento espacial punto (Ep) es un anexo en la base de datos para realizar la operatividad de consulta de manera manual y selectiva.
- El elemento espacial suerte (Es) es el elemento geográfico activo enlazada en una relación 1:1 con la información alfanumérica almacenada en la tabla del cronológico
- Si **Ep∩Es** Se construye la topología espacial y generación de atributos como solución en términos de información alfanumérica. En caso tal de que el usuario no enlace la información de interés correctamente se le envía un mensaje de que por favor identifique la suerte.

Nivel 3. Construcción de respuesta (Interfaz de Salida)

La relación entre los elementos se pueden representar como:

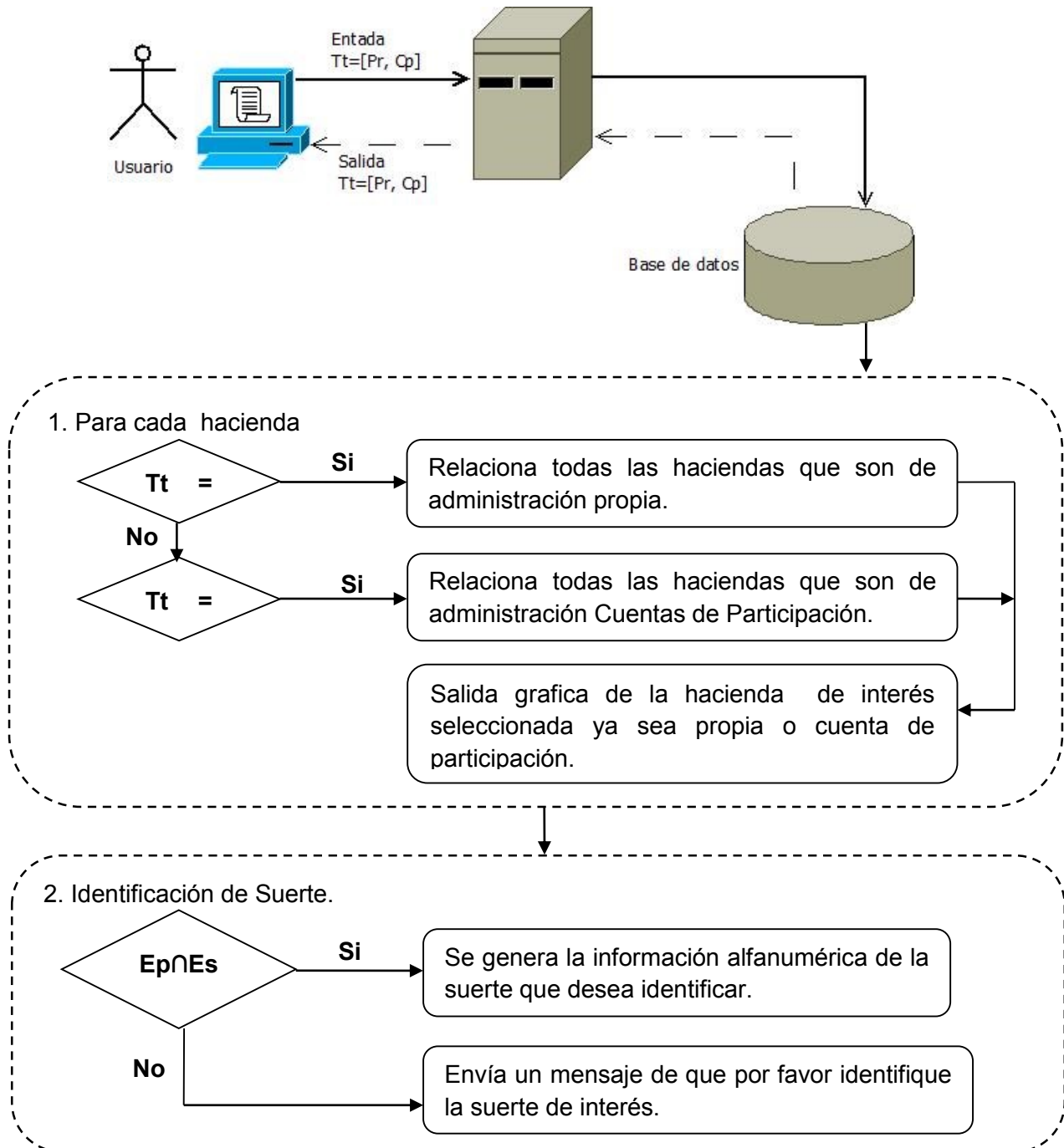


Figura 5-6. Proceso de respuesta y salida del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Según los requerimientos de la salida, el sistema se encarga de organizar la salida en los términos solicitados, tanto la parte espacial como la alfanumérica.

5.4.2.2.3 Estructura del Sistema

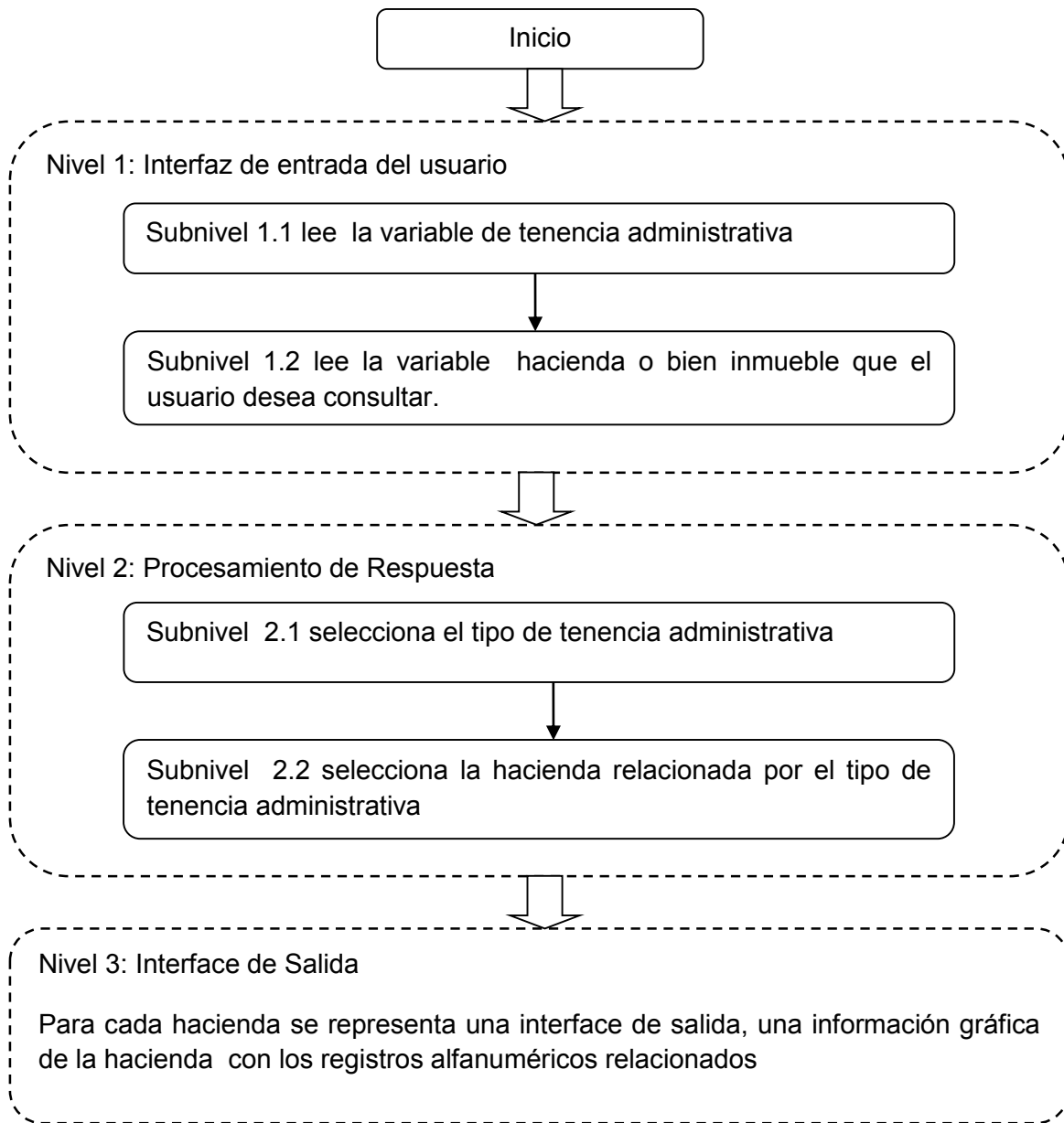


Figura 5-7. Estructura de funcionamiento del sistema. Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.3 Actualización de la información

El administrador SIG en el proceso de edición, manipulación y actualización de la información espacial y alfanumérica depende de la herramienta SIG a utilizar y el tipo de conexión de la base de datos usada para la construcción de la solución, debe tener en cuenta que la información espacial y alfanumérica en algunos casos se maneja independiente.

5.4.2.3.1 Diseño Base de datos

El diseño de la base de datos (BD) del sistema constituye el eje central del proyecto, ya que contiene y relaciona los atributos de información alfanumérica y numérica con elementos gráficos.

Para ello identificamos cada subproceso de la información que interviene teniendo en cuenta los siguientes aspectos

- **La información espacial:** Es aquella en la que se representan todos los objetos que ocupan un lugar en el espacio dentro del modelo de entidades y relaciones dentro del sistema. En la cual está representada por los siguientes elementos:
 - *Datos poligonales:* Áreas representadas de haciendas, suertes y tablonos
- **La información no espacial:** Es la información que se representa por medio de atributos o información que se requiere para dar inicio a la consulta y no es de tipo espacial.
- **La información temporal:** Es la información que es utilizada por el sistema pero no se anexa a la base de datos.
- **La información permanente:** Es la información utilizada por el sistema para generar las consultas que se encuentran consignadas dentro de la base de datos.

Para el almacenamiento de la información se construirá una base de datos geográfica, la cual es un esquema unificado de almacenamiento de datos e información tanto alfanumérico como espacial, el cual facilitará la unidad e integridad de los datos en el sistema, e igualmente la generación de formación espacial de salidas para la presentación de información relacionada con la administración de servicios de parqueo.

El sistema es elaborado bajo un modelo de datos orientado a objetos por:

- Cada elemento que existe dentro del diseño del sistema se entiende como un objeto con atributos.
- Puede existir relaciones entre objetos no espaciales.
- Cada objeto puede tener propiedad espacial o no espacial.
- La información generada hereda las propiedades de elementos fuentes.
- Cada relación existente dentro del sistema también es concebida como un objeto.

Para el almacenamiento de la información de construirá una *GeoDataBase (GDB)* que es un esquema unificado de almacenamiento de datos e información tanto alfanumérico como espacial, el cual facilitará la unidad e integridad de los datos en el sistema, al igual que su manipulación tanto desde los sitios remotos en las consultas Web, como en la generación de información espacial de salidas continuas para la diversidad de esquemas que requiere el sistema.

El modelo de datos de la GDB se representa teniendo en cuenta los procesos mencionados y las relaciones existentes en la información que maneja el sistema para diferenciar el tipo de dato espacial o alfanumérico, y en el caso de ser espacial, el tipo de entidad que maneja.

La descripción de cada entidad y sus atributos están a detalle en el anexo A.

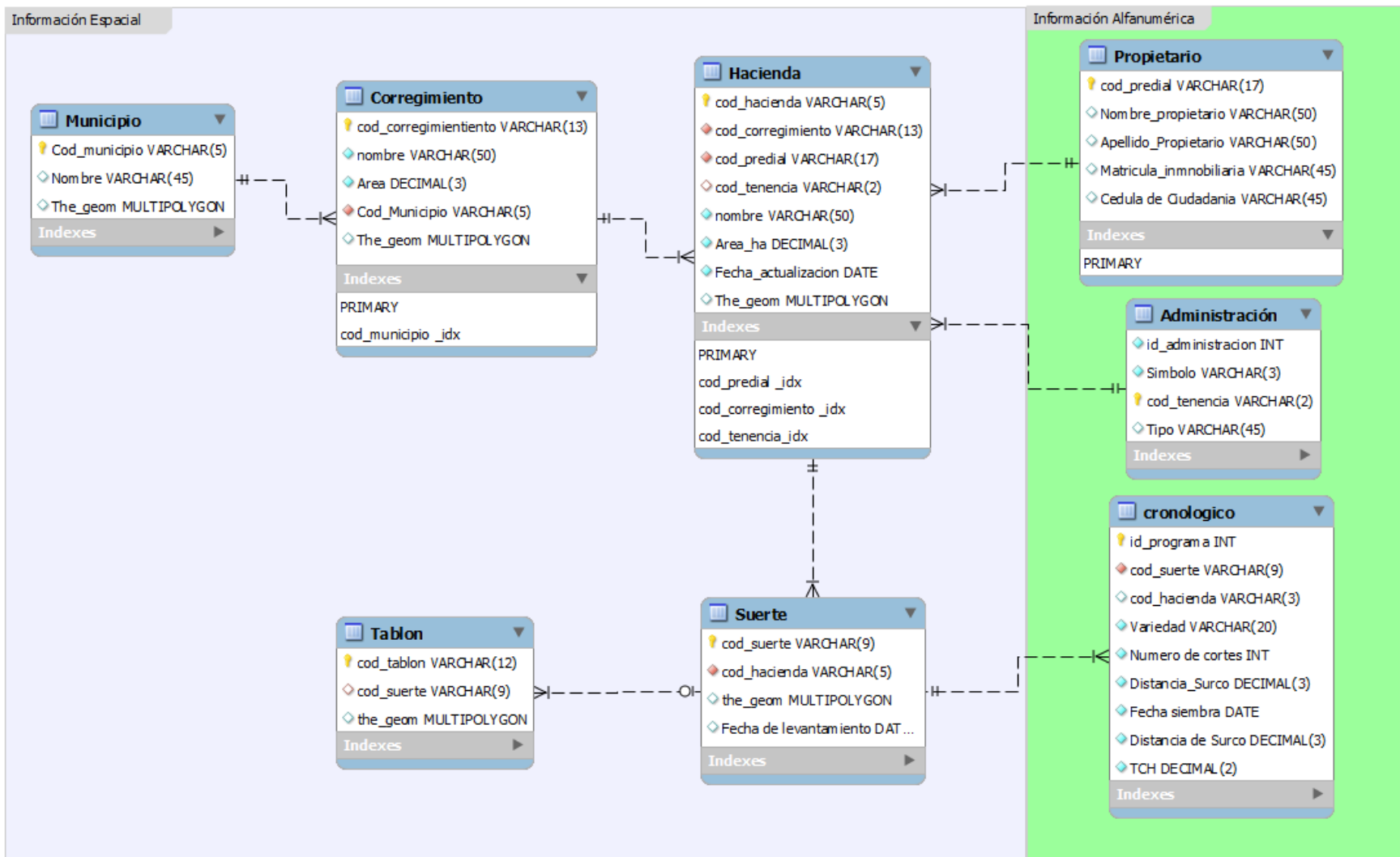


Figura 5-8. Diagrama UML base de datos SIG_MAYAGUEZ. Fuente: Elaboración propia programa (MySQL Workbench 6.0 CE)

5.4.3 MODELO CARTOGRÁFICO

El Modelado Cartográfico permite representar la realidad con mapas o BDG:

El Modelado Cartográfico es una metodología general, pero bien definida, que se usa para abordar diversas aplicaciones de los SIG de un modo sencillo. Es una técnica usada tanto para SIG raster como vectorial y, como su propio nombre indica, el modelado cartográfico supone el uso de modelos (de información geoespacial) representados cartográficamente (como mapas).

El Modelado Cartográfico se usa para analizar simultáneamente las características tanto espaciales como temáticas de la información geoespacial. Aisladamente, la componente temática de la información geoespacial se analiza mediante la realización de operaciones estadísticas sobre los datos (ej. hallando la media y la desviación típica), mientras que las características espaciales de la información geoespacial se describen mediante técnicas de análisis espacial (que se basan en coordenadas).

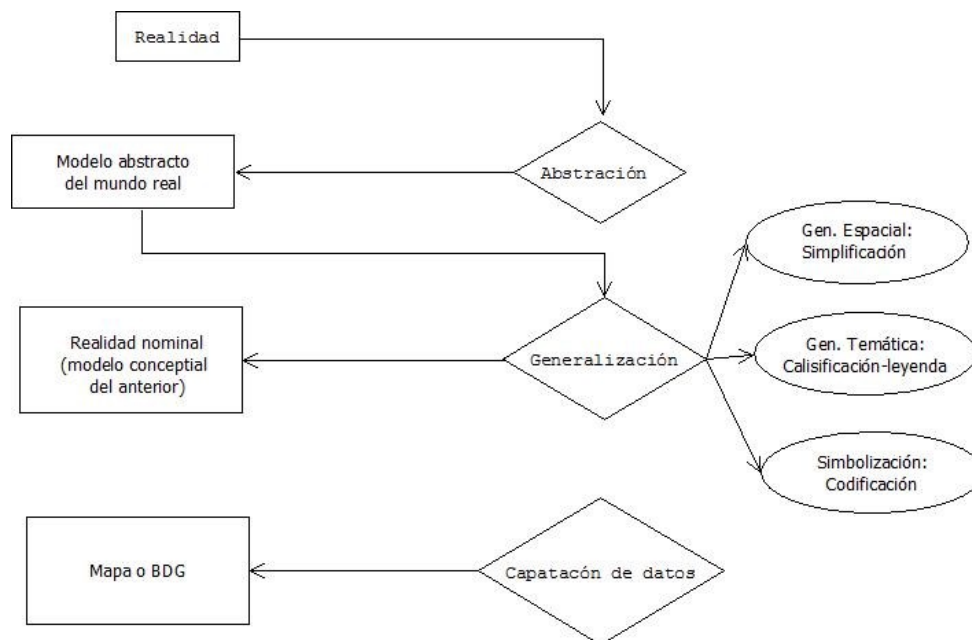


Tabla 5-2. Esquema del modelo cartográfico. Fuente: Prof: Tomas Fernández Cartografía I

Para el sistema se desarrolla una serie de procesos mentales que permiten al usuario identificar todos los elementos más apropiados para entregar el mensaje deseado. La armonía y concepción del mapa implica la visualización de la abstracción y la representación mental del mensaje en donde conjuga sus elementos en forma sistémica para comunicar una idea.

El área geográfica de estudio ya se definió en el documento como el entorno geográfico del sistema en el cual se vinculó espacialmente las diferentes haciendas propias y de participación del Ingenio Mayagüez. La salida grafica que se genere convierte al sistema en una máquina de simulación, con la que se puede obtener una impresión que puede ser el resultado de las decisiones que se tomaran.

5.4.3.1 Funciones del lenguaje del modelo

- **Registrar:** Inventario de todos los elementos existentes sobre la información a utilizar.
- **Procesar:** Analizar el contenido de la información a representar, separando o integrando los diferentes temas, de manera que puedan ser interpretados, comparados y relacionados espacialmente.
- **Comunicar:** transfiere conocimientos, ideas o información por la interpretación de los símbolos como funciones del lenguaje grafico

5.4.3.2 Propiedades dimensionales

Elementos asociados con la información del mapa, que son representados en formas de capa que le permitan al usuario activar o desactivar aquellas capas que el usuario no guste visualizar y que además contiene un solo tipo de información representada por

- **Puntos:** Localización geográfica objetos no removibles, como los son postes, hidrantes, cajas de riegos, válvulas, estaciones de bombeo etc.
- **Línea:** Representa datos lineales espaciales como la malla vial del area rural de los municipios donde se encuentran ubicadas las haciendas, ríos, zanjonés, riegos, desagües etc.
- **Polígonos:** Indican elementos espaciales activos con atributos en común como son las haciendas, suertes y manzanas que son usados como información adicional al usuario para su orientación, relación espacial y construir una información de salida más elaborada.

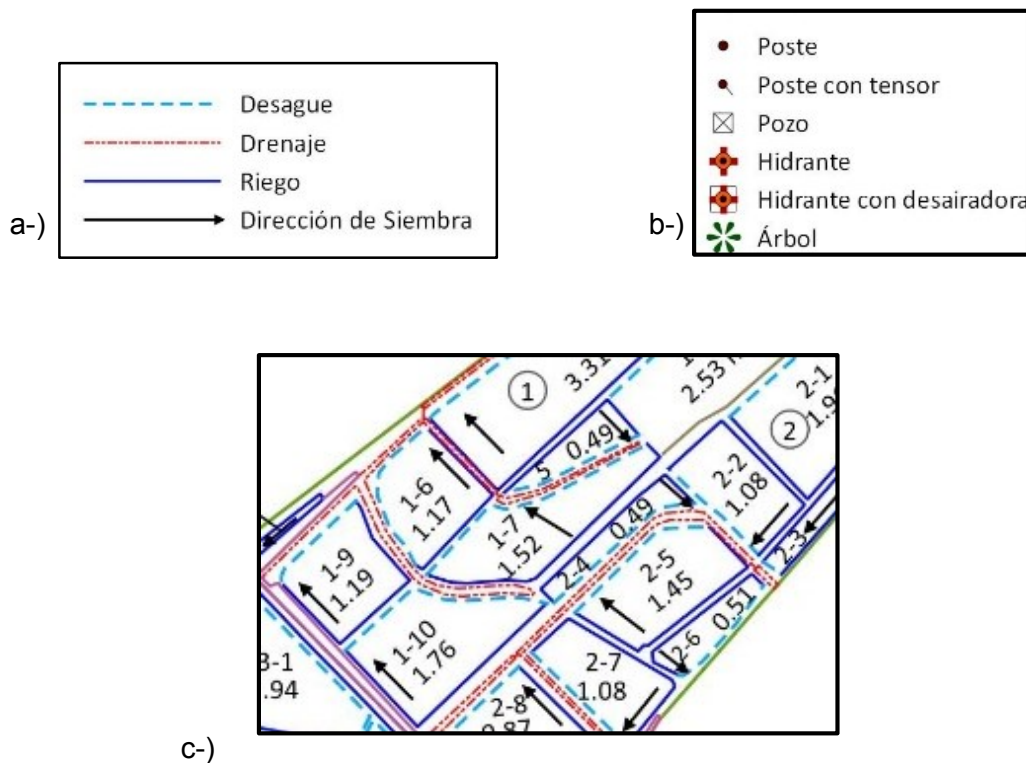


Figura 5-9.a-) Elementos lineales b-) Elementos puntuales c-) Elementos de polígonos

5.4.3.3 Características básicas del mapa de trabajo.

- *Leyenda:* proporciona una explicación de los atributos y/o clasificación de los datos representados sobre el mapa que mediante una simbología apropiada abstraemos la realidad y representamos algunos elementos dentro del sistema, como son; las haciendas, suertes, tablones, administración propia, administración directa

Elementos	propiedades		
	Puntos	Líneas	polígonos
Haciendas			364
Suertes			005
Tablones			5-1
Administración propia			Pr
Administración directa			Cp
riegos		→	
Desagües		- - - - - →	

Tabla 5-3. Convenciones de la salida grafica

- *Proyección:*(construir mapas sobre una superficie plana bidimensional).
- *Sistemas de referencia:* Con el fin de localizar un elemento en un mapa o describir la extensión de un área, es necesario referirse a las coordenadas geográficas WGS84 proyectadas al vuelo en MAGNA SIRGAS Colombia West Zone origen 1'000.000E, 1'000.000N establecidas con unidades métricas con proyección transversal de mercator.
- *Escala:* es la relación matemática entre las dimensiones reales y el dibujo en un plano, que dentro del sistema es determinada en el momento de la consulta y la respuesta espacial que será representa a 1:5000 a 1:10.000, confeccionadas para que todos los elementos sean visibles, de esta forma; la escala grafica es dinámica dentro del sistema generada por el Geoserver.

5.4.4 MODELO FÍSICO

En esta representación del modelo se describen las generalidades de cómo el sistema debe ser implementado, determinamos equipos, software y la forma en que se deben acceder y almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar.

Esta aplicación está basada en un diseño Web y tiene un propósito específico. Asimismo, realiza un análisis espacial de proximidad, recuperaciones espaciales por medio de búsquedas de atributos y espaciales, además cuenta con herramientas de análisis visual propias de cualquier SIG (Pan, Zoom, Extent, etc.).

Los datos espaciales que componen el sistema se muestran de acuerdo a las normas de representación espacial para cada fenómeno geográfico.

Todas las capas de información representada, pueden ser visualizadas y manipuladas desde cualquier navegador Web que soporte HTML.

En términos generales en la Figura 5-7 se muestra el proceso general para el desarrollo de una aplicación Web-Mapping, así como todos los elementos que interactúan entre sí para el funcionamiento de la misma.

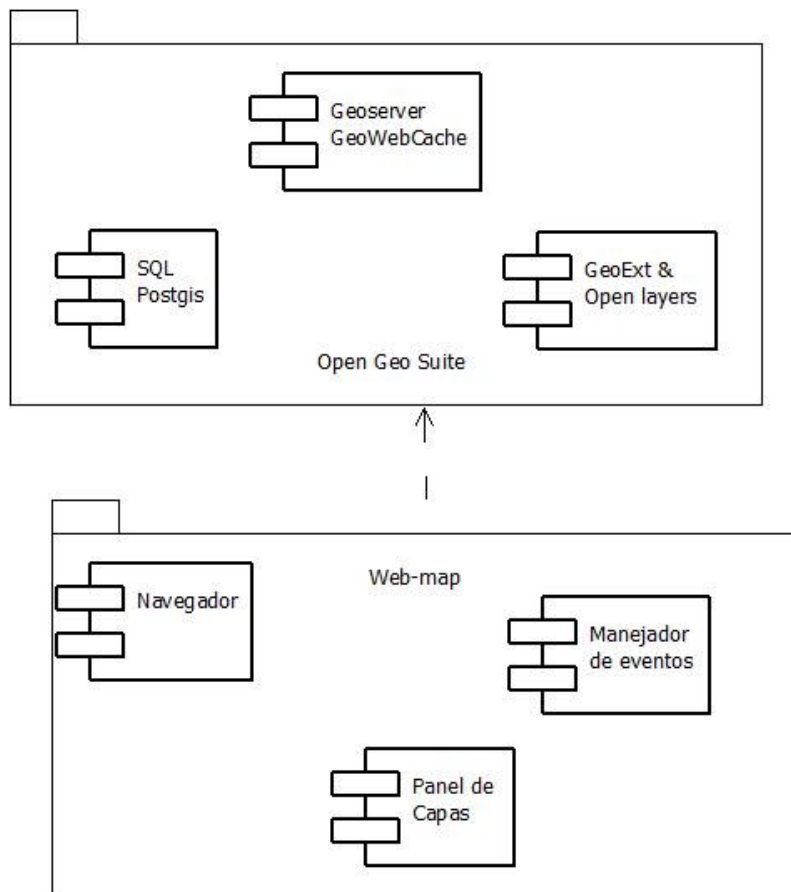


Figura 5-10 Diagrama de Componente Fuente: Elaboración propia

5.4.4.1 Captura de información espacial

La captura de la información espacial se realiza mediante la elaboración de levantamientos topográficos y algunos planos análogos en los que se establecen puntos de referencia para ser georreferenciados y enseguida ser digitalizados, las reglas topológicas son importantes para verificar, corregir y garantizar la completitud geométrica y lógica de cada una de las capas.

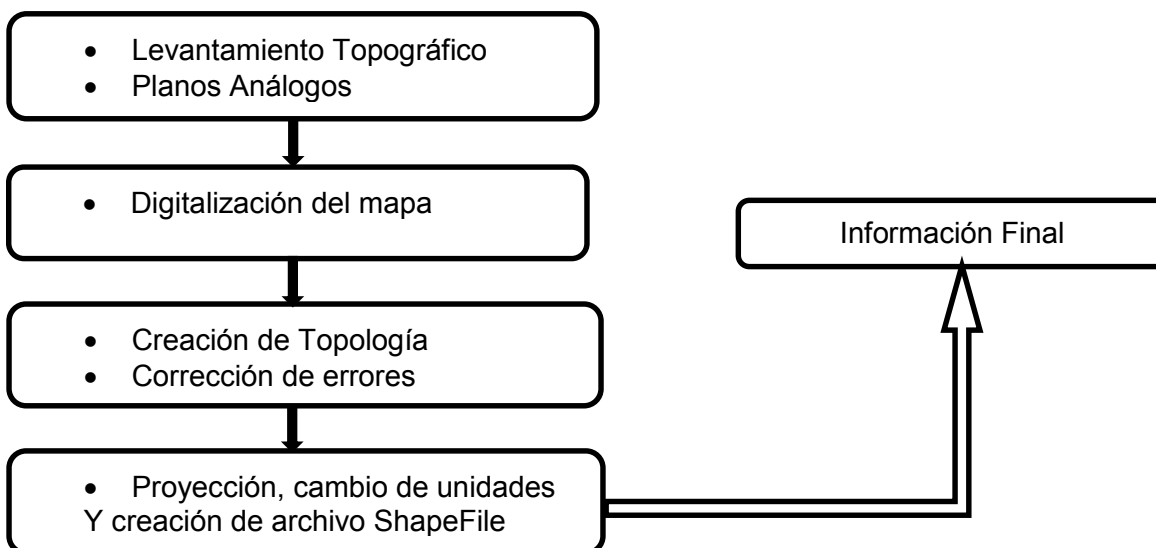


Figura 5-11. Elaboración de la cartografía digital. Fuente: elaboración propia

5.4.4.2 Información Final

Los archivos finales correspondientes a las capas de información son los siguientes:

- Archivos ShapeFile (.shp)
- Archivo de base de datos (.dbf)

La información que manejarán las consultas del proyecto tal como nombres de suertes, tablones, haciendas y drenajes principales se agregarán a los archivos *.dbf. Los archivos ShapeFile de cada una de las capas son los que se utilizan para la manipulación de información vectorial del mapa, como los desplazamientos y zooms. Finalmente, toda la información se visualizara a través de la aplicación de Web-Mapping.

5.4.4.3 Diseño e implantación del sistema para WEB-MAPPING

El diseño de la aplicación se basa en componentes que trabajan en el lado del servidor, bajo tecnología de programación espacial y el componente que se utiliza para el sistema es GeoServer. Por lo tanto el sistema presenta una arquitectura cliente/servidor.

1. **Despliegue de un mapa en formato de imagen.** Permite ver una imagen del mapa que se construye mediante el api de Google Earth y se carga bajo las capas visualizadas en el sistema.

2. **Visualización y despliegue de múltiples capas.** Dicha función permite encender o apagar las capas vectoriales representadas en el mapa para su análisis y apreciación.
3. **Consultas a archivos en formato Shapefile.** Las capas de información espacial están disponibles para hacer recuperaciones a los datos. Estas capas de información son parte de la base de datos o de un archivo en formato vectorial como es el caso de un ShapeFile, y de donde también es posible recuperar datos de manera transparente.
4. **Consultas atributivas y topológicas a la base de datos geográfica.** En la información geográfica se pueden realizar dos tipos de consulta, por atributos y topológica en las que mediante relaciones se pueden efectuar análisis y mostrar resultados.
5. **Funciones de análisis visual.** Permiten realzar la información presentada en el mapa, tipo de icono, color y parámetros de configuración.
6. **Etiquetado de atributos específicos.** Permite la adicción de información visual a las capas a modo informativo correspondiente a sus atributos.
7. **Recuperación espacial señalando con el ratón el objeto de interés.** Realiza la identificación de una entidad seleccionada mostrando su tabla de atributos.
8. **Construcción de consultas atributivas asociadas a entidades espaciales seleccionadas.** Esta función permite establecer la capa sobre la cual se desea hacer una consulta, indicando el atributo y mostrándonos el resultado con una representación y acercamiento a la zona consultada.
9. **Despliegue de datos en forma dinámica.** El resultado de los análisis se hace de manera rápida e integra, ya que los análisis se efectúan y los datos generados son suministrados al mapa para que sea construido de acuerdo a cada análisis.

5.4.4.4 Operaciones y funciones principales en la aplicación WEB.

1. **Despliegue de la información espacial.** Este módulo se encarga de establecer enlaces a los datos geográficos; así como de presentar y desplegar la información geográfica organizadas por capas.
2. **Activar y desactivar las capas de información.** Esta función se encarga de activar, visualizar una o más capas; así como también de desactivarlas, no visualizar las capas, con el objetivo de analizar y representar los datos de acuerdo al caso de estudio.
3. **Funciones de navegación en el mapa: zoom, pan y full extent.** Las funciones de navegación básicas: acercamiento, alejamiento, desplazamiento y extensión, están

presentes como opciones de visualización, éstas son en conjunto una herramienta de visualización que permite a los usuarios analizar los datos desde diferentes perspectivas.

4. **Identificación de objetos geográficos.** La tarea de esta función es recuperar los atributos que componen un objeto espacial (individual) dentro de una capa de datos espacial.

5. **Cálculo de distancias.** Calcula la distancia Euclidiana entre dos capitales especificadas por el usuario, en donde es solo una referencia aproximada entre dos puntos.

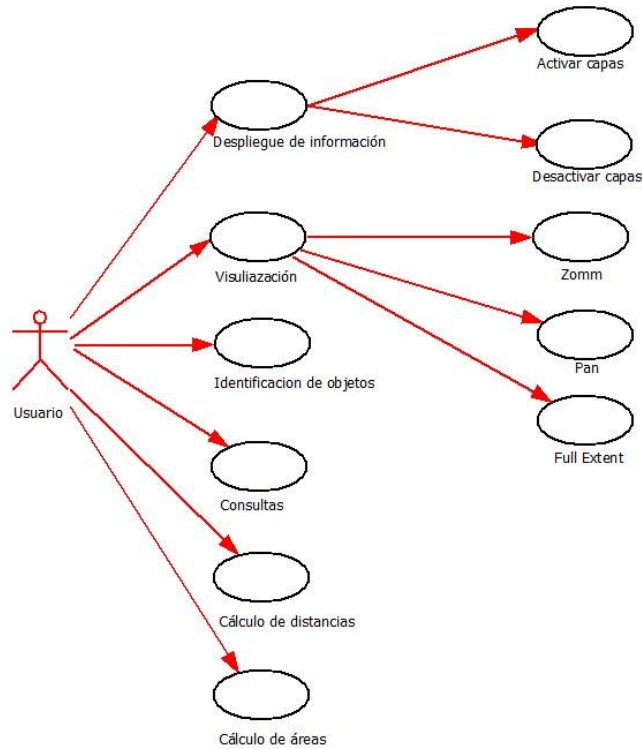


Figura 5-12. Diagrama casos de uso del sistema. Fuente: Elaboración propia

5.4.4.5 Requerimientos para la implementación del sistema

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

Sistema Operativo: Para la implementación del sistema a desarrollar se dispone del sistema operativo Windows 8 que permite aplicar diversos elementos característicos, tales como los administradores de programas y de archivos, que garantice la fácil instalación de diversos paquetes de software aplicativos que proporcionen el funcionamiento y rendimiento del sistema.

Software para almacenamiento de Información: La información alfanumérica y geográfica es contenida y almacenada en una base de datos, que es manipulada y almacenada en un servidor de base de datos de objeto relacional libre llamado “PostgreSQL” que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones

comerciales la cuales trabajan en su desarrollo, y que añade además un soporte de objetos geográficos de la base de datos objeto-relacional PostgreSQL para su utilización en Sistemas de Información Geográfica.

El funcionamiento de la información espacial y alfanumérica se lleva a cabo mediante los siguientes procesos:

1. **Información espacial:** Como la información espacial se encuentra en formato ShapeFile, es necesario transformarlos a la base de datos espacial de PostgreSQL utilizando la extensión shp2pgsql. Una vez importados a la base de datos del servidor los datos contienen una geometría de acuerdo al modelo de datos definido, donde ya están georreferenciados, y en cuanto a sus topología se pueden definir algunas propiedades de los elementos geométricos como, longitud, conectividad, adyacencia y continuidad, todo esto como parte fundamental de la integridad de los datos, es decir una relación espacial de los elementos del sistema.
2. **Servidor de datos:** Tiene como función soportar, proveer la estructura y el almacenamiento de los datos en la GDB, como dar respuesta a solicitudes de datos geográficos y alfanuméricos, soportando todo el tráfico y el flujo de la información proveniente de las consultas de datos que hagan los usuarios.
3. **Extracción de la información mediante condición geométrica:** Consiste en extraer por medio de un dominio espacial y una condición geográfica, entidades gráficas.
4. **Extracción mediante condición descriptiva o lógica:** Consiste en extraer las entidades espaciales que cumplan la condición descriptiva y una expresión lógica cualquiera, relacionado con algunos de sus atributos espaciales asociados.
5. **Software para Visualización de la Información espacial y/o alfanumérica:** El desarrollo de un entorno con el fin de visualizar, consultar y analizar la información geográfica a través de la red mediante una visualización dinámica, utilizando Geoserver que permite a los usuarios compartir, ver y editar datos geoespaciales utilizando estándares abiertos.
6. **Construcción de la interfaz Gráfica:** Para el desarrollo de una página web es una fuente de información adaptada para la World Wide Web (WWW) y accesible mediante un navegador de internet. Esta información se presenta generalmente en formato HTML y puede contener hiperenlaces a otras páginas web, para ello se utiliza un editor que facilite el desarrollo de páginas web, gracias a las diferentes visualizaciones disponibles en su interfaz código fuente, y que tenga de soporte los elementos típicos: marcos, formularios, tablas, plantillas de diseño, hoja de estilo CSS, etc.
7. **Servidores de aplicaciones WEB:** Tienen como función de servir aplicaciones como:

- a-) Proveer la entrada de consultas y requerimientos provenientes de internet.
 - b-) Soportar todo el tráfico y el flujo de información proveniente de las consultas solicitadas.
 - c-) Ser el servidor y controlador de acceso a la aplicación SIG.
- Entre los servidores WEB se cuenta con navegadores de internet, con interfaz gráfica de usuarios Mozilla Firefox o Internet Explorer que están disponibles en versiones para Microsoft Windows, Mac OS X y GNU/Linux.

5.4.4.6 Especificaciones del Hardware:

En la implementación del sistema se requieren que el servidor cuente con una alta velocidad de procesamiento, que garantice una respuesta adecuada a los usuarios del sistema, teniendo en cuenta las necesidades mínimas necesarias descritas a continuación.

Características	Especificación	Descripción
Estructura de Almacenamiento	2 Teras en Disco duro	Sistema Operativo Linux o Windows
Procesamiento	1200 Hmz	Velocidad
Disco Duro	500 GB	capacidad
Memoria RAM	12 GB	Expandible
Software a instalar		PostgreSQL+PostGIS, QGIS, GeoServer, MS4W
Conexión	56 Mbps o mayor	Conectividad Internet, Medio de Acceso Red LAN banda Ancha o Fibra Óptica

Tabla 5-4 Especificaciones Mínimas de hardware

5.5 FASE 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Al tener por hecho el diseño de los modelos del sistema acorde a los requerimientos establecidos, se procedió a crear la base de datos del SIG para el ingenio Mayagüez, utilizando el uso de software libre.

5.5.1 Adquisición de información alfanumérica

La información alfanumérica es el cronológico, prontuario o maestro que maneja el ingenio para la construcción de la base de datos de las haciendas de administración directa.

5.5.2 Generación de cartográfica digital.

En esta fase se convertirá toda la información digital disponible en el ingenio en formato CAD a Shapefile mediante la utilización de la herramienta QGis.

- Paso 1. Clasificación de la información a trabajar y características técnicas preexistentes a este trabajo.
Las haciendas a trabajar son las haciendas de administración directa.
 - a. Área de Tierras propias: 5.071,78 ha
 - b. Área de Cuentas de participación: 3.096,36 ha
 Total de administración directa: 8.168,14 ha
- Paso 2. La adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA_SIRGAS como Datum oficial de Colombia establece un sistema moderno compatible a nivel internacional y que soporte las tecnologías actuales como sistema GPS (Global Positioning System) y la producción de la cartografía oficial. El modelo regionalizado para la transformación de parámetros Red Arena (Colombia West Zone, Datum: Bogotá) a MAGNA-SIRGAS es la región 6 y 7 de Origen MAGNA-Colombia West Zone Datum: Magna.

5.5.3 Construcción en de la base de datos.

Crear la base de datos estructurada ya definidos los modelos conceptual, lógico y físico mediante una herramienta informática de acceso libre llamada PostgreSQL.

Una vez integrada la información espacial y alfanumérica, se implementan lenguajes de programación y software libre para el desarrollo operativo e interactivo del sistema hacia los usuarios, realizando las correcciones pertinentes al sistema y la construcción del manual de usuario.

5.6 FASE 4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Para el mantenimiento del sistema es necesario actualizar los elementos espaciales activos como lo son las suertes y tablones, debido a que estos están sujetos a cambios físicos y de variedades de siembra.

Este mantenimiento debe cumplir con el control de calidad cartográfico especializado, debido a que las llaves que se condicionaron como un modelo de gestión catastral, se rigen por tener una exactitud temática en los campos que funcionan como llaves primarias y foráneas. En la consistencia lógica de los elementos espaciales no deben existir ambigüedades. La posición georreferenciada de la información debe ser exacta por lo que es necesario verificar la topología en la relación espacial de las haciendas, suerte y tablones.

Para realizar este tipo de control se debe de capacitar al personal encargado de la actualización de la base de datos mediante el software libre QGis. Sin embargo, se recomienda que el sistema tenga como soporte conocimientos en el área de los sistemas de información geográfica.

6 RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en la aplicación y desarrollo del geovisor de acuerdo a los requerimientos establecidos y el desarrollo de los modelos de la base de datos en la operatividad e interacción usuario - sistema como cliente-servidor.

6.1 Conexión Web

El portar inicia mediante el link <http://localhost:8080/Mayaguez/app/index.php>



Figura 6-1 Página de Inicio

6.1.1 Consulta de localización

La consulta localización consiste en determinar la hacienda en la cual el usuario desea identificar para determinar los atributos de la base de datos relacionados con la cartografía espacial.

El primer criterio consiste establecer la relación y de la administración de las hacienda para la construcción de la respuesta, identificando el tipo de tenencia ya sea tierra propia o cuentas de participación.

El segundo criterio es la respuesta de salida del primer criterio ya que le entrega a usuario las haciendas que pertenecen a tierras propias o a las cuentas de participación de acuerdo a la selección de tipo de tenencias.

Y finalmente el usuario podrá identificar como primera respuesta del sistema la hacienda que desea localizar.

1. Tipo de Tenencia

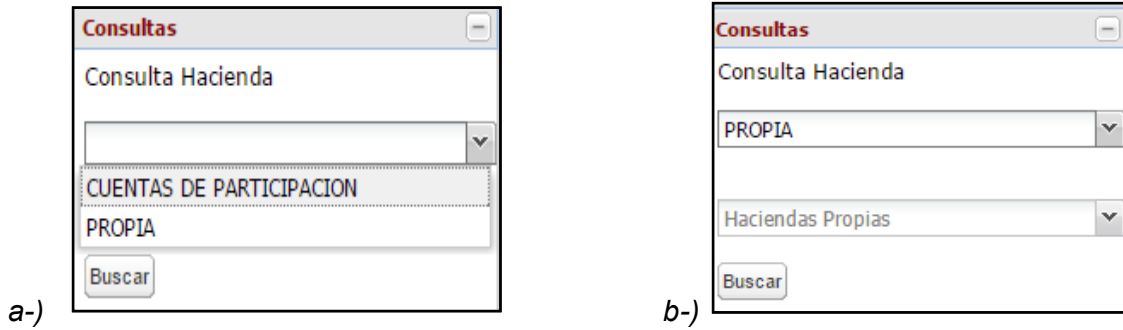


Figura 6-2. a-) Tipo de Tenencia b-) Tipo de tenencia seleccionada.

Para dar inicio a la consulta el usuario selecciona el tipo de tenencia de administración directa teniendo como opción las de cuentas de participación y tierras propias.

2. Nombre de la Hacienda

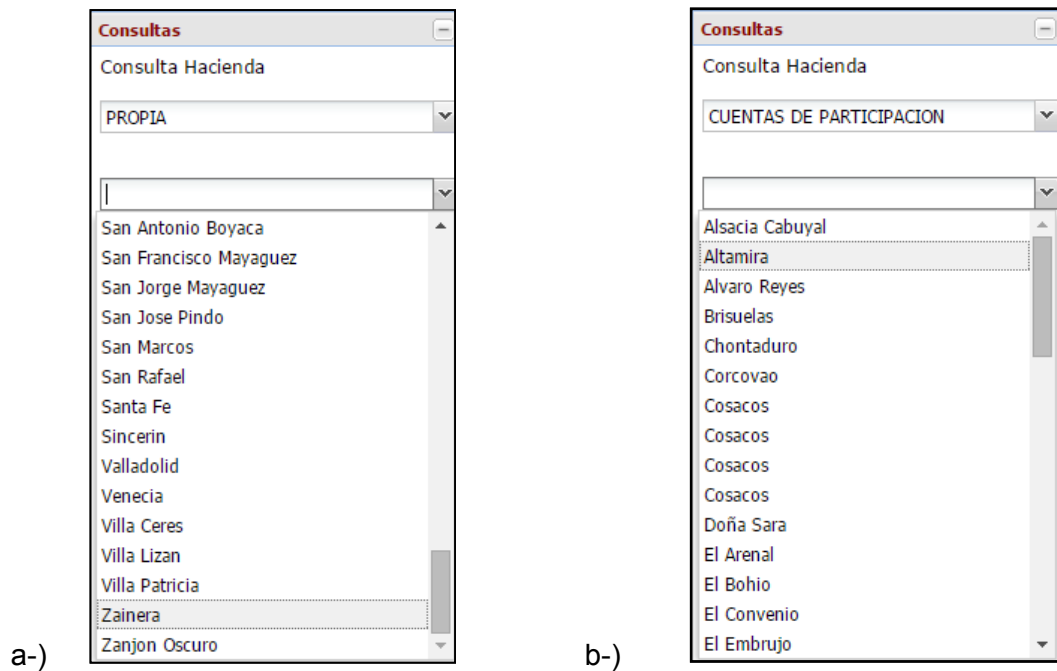


Figura 6-3. a-) Identificando la hacienda. b-) Hacienda seleccionada y aplicando búsqueda

El sistema se conecta a la base de datos de postgres dando como respuesta los atributos del nombre del elemento hacienda.

A continuación se realizará un ejemplo de la hacienda zainera como tierra propia y de la hacienda Altamira como cuenta de participación para comprobar la relación espacial de búsqueda por el nombre de la hacienda en la cartografía digital del visor.

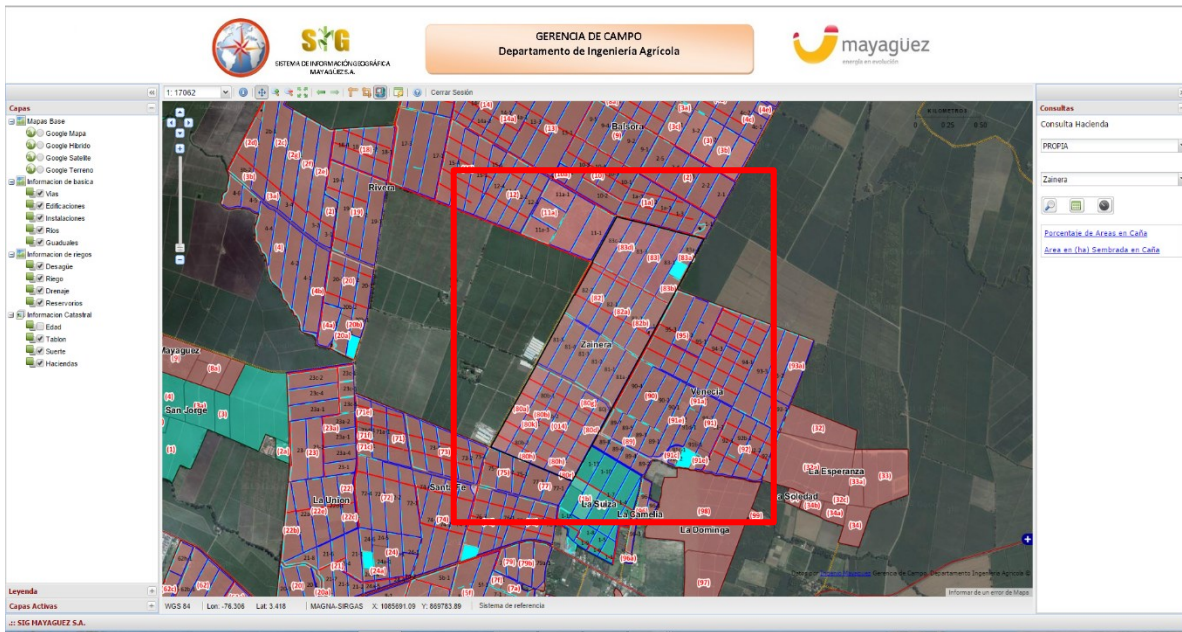


Figura 6-4 Resultado de búsqueda la hacienda zainera como tierra propia del ingenio Mayagüez

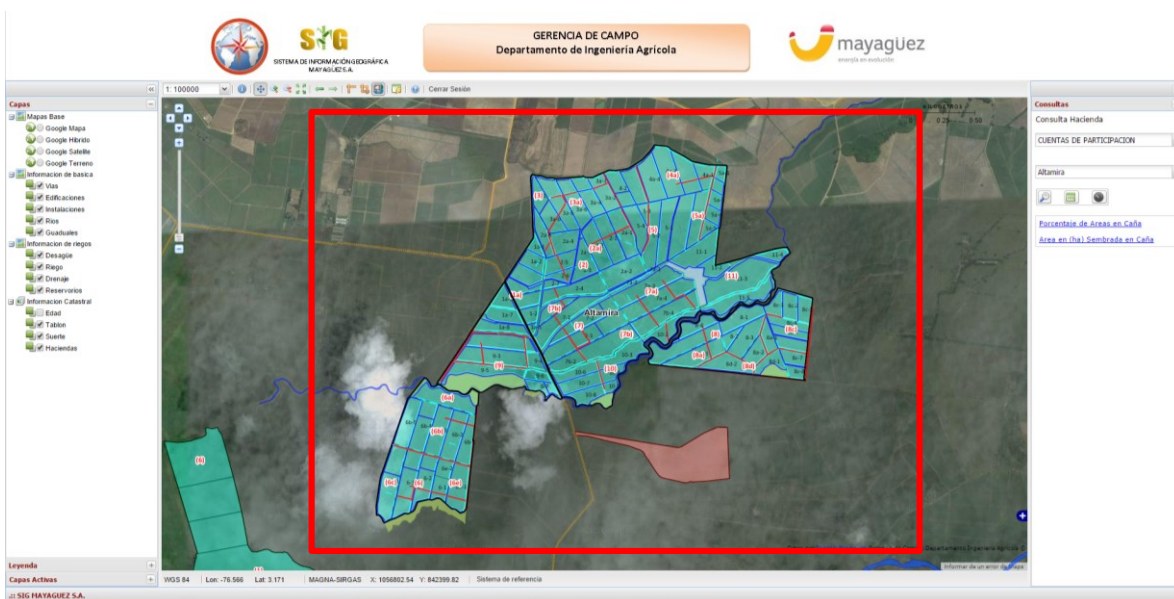


Figura 6-5 Resultado de búsqueda la hacienda Altamira como cuenta de participación del ingenio Mayagüez

EL geo visor genera como respuesta la salida grafica de la cartografía digital de la hacienda utilizando los criterios establecidos en la consulta por localización.

6.1.2 Consulta de reporte de cronológico

EL reporte del cronológico es la información que contiene las variables como variedades, edad, número de cortes, fecha de siembra, fecha de último corte, TCH, área y Zona agroecológica. La tabla cronológico está relacionada en la base de datos con el elemento espacial suerte, en una relación 1:1 a través del código de suerte definido en el modelo de gestión catastral.

Siguiendo los criterios 1 y 2 en la consulta de localización el geovisor le brinda al usuario de que pueda tener un reporte del cronológico. Siguiendo los criterios establecidos en la consulta de localización, el usuario puede generar el reporte del cronológico de la hacienda zainera como tierra propia y de la hacienda Altamira como cuenta de participación.

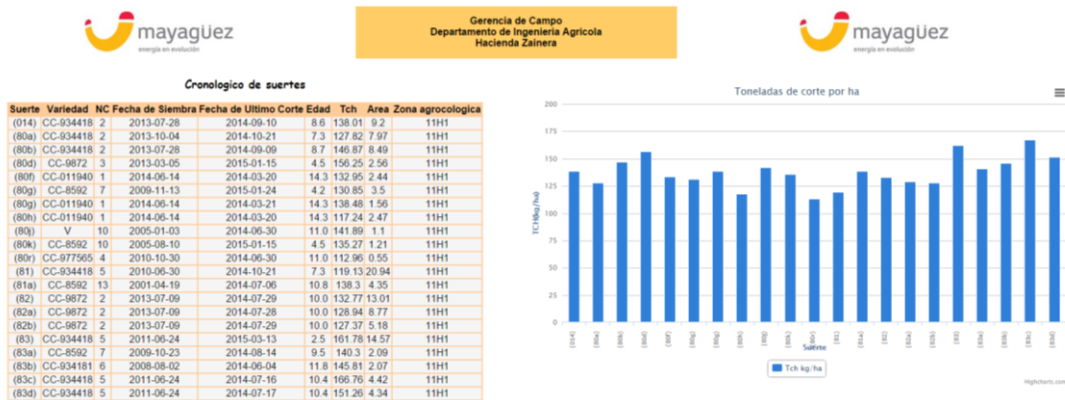


Figura 6-6 Resultado de reporte de cronológico de la hacienda Zainera como Tierra propia del ingenio Mayagüez

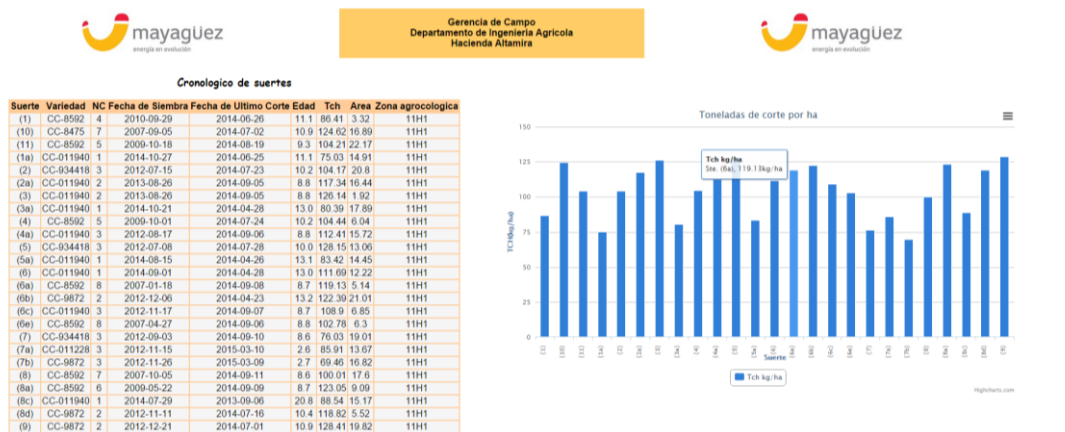


Figura 6-7 Resultado de reporte de cronológico de la hacienda Zainera como Tierra propia del ingenio Mayagüez

El reporte tiene como soporte una gráfica de barras de toneladas de corte por hectárea (TCH) con el fin de realizar comparación de todos los TCH, sobre todos los que están por debajo de 100 TCH.

De acuerdo a los resultados obtenidos la prueba de generar la localización de la hacienda y generar un reporte del cronológico, certifica que la aplicación desarrollada como un geovisor generar una cartografía y reportes asociada a la base datos, además se puede obtener información a nivel de administración parcelaria (suerte).

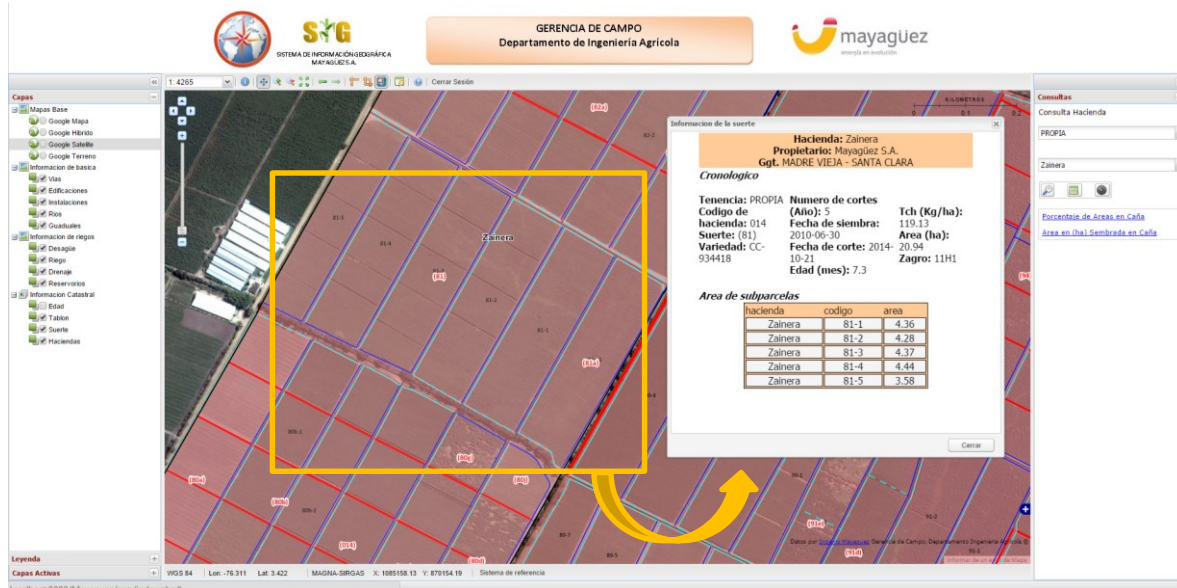



Figura 6-8 Información de suerte de la hacienda zainera como tierra propia

A nivel de escala por de administración parcelaria el usuario puede obtener información de suerte de manera individual, por ejemplo en la figura 6-8 el usuario mediante la herramienta

 puede identificar dando clic en una área de suerte y el sistema genera un reporte, en esta caso la suerte 81 de la hacienda zainera de los atributos del cronológico que contiene la suerte y de las áreas de subparcelas sembradas en caña.

6.1.3 Cartografía temática de edad

La cartografía temática de edad tiene como relación espacial las edades de cosecha de la suerte, Esta edad es actualizada con la fecha de último corte del cronológico y la fecha actual del servidor.

Legenda de edad	Clasificación temática
0-1	Macollamiento: Es el periodo entre 0 a 4 meses en el cual la nueva planta germina de la sepa.
1-2	
2-3	Rápido crecimiento: Es el periodo comprendido entre 4 a 9 meses donde se determina la formación y elongación real de la caña y su rendimiento.
3-4	
4-5	Maduración: Es el periodo comprendido entre 9 a 10 meses. A medida que avanza la maduración, los azúcares simples son convertidos en azúcar de caña (sacarosa).
5-6	
6-7	
7-8	
8-9	
9-10	
10-11	
11-12	
>12	

Tabla 6-1 Clasificación temática de la edad de la caña.

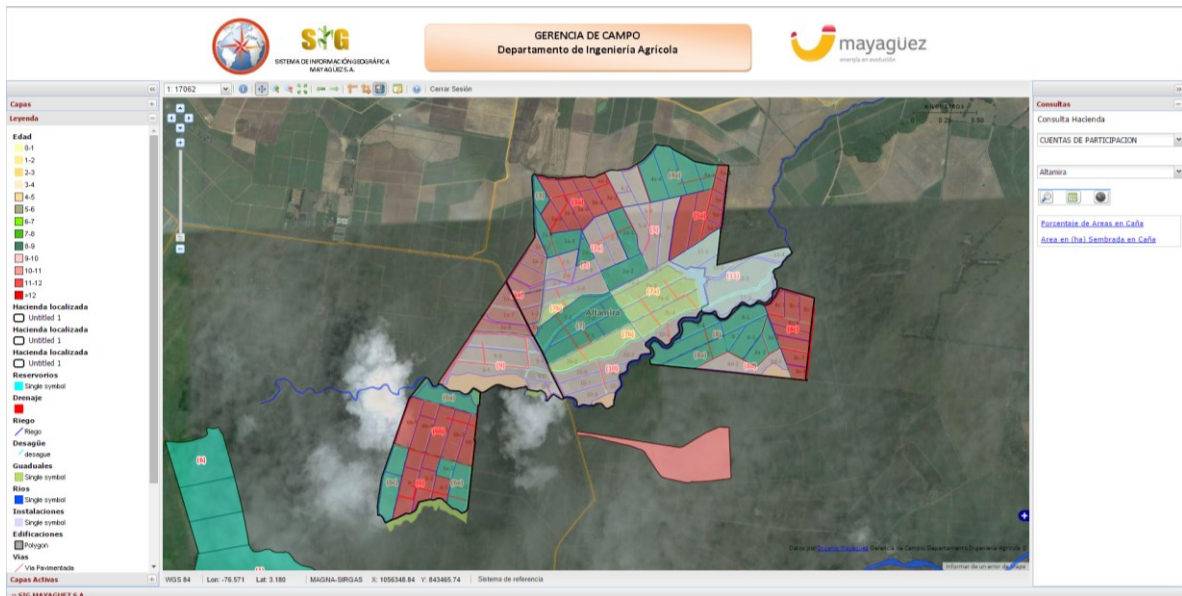
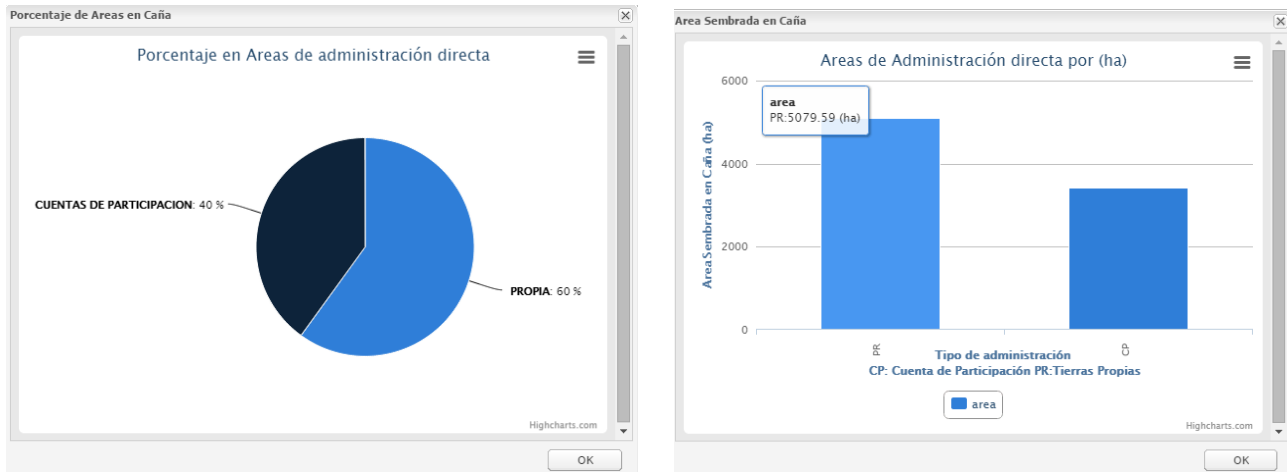


Figura 6-9 Clasificación temática de la edad de la caña de la hacienda Altamira como cuenta de participación.

La figura 6-9 muestra el resultado de acuerdo a la clasificación temática de las edades de la caña. Para este caso se estableció rango de edades en periodos mensuales establecido por un estilo SLD, para simbolizar el coloreado de las coberturas de suerte identificando visualmente el periodo de edad.

6.1.4 Reporte estadístico de área sembrada en caña



a-)

b-)

Figura 6-10 Reporte estadístico de áreas sembradas en caña a-) diagrama de torta de porcentaje de áreas sembradas en caña b-) diagrama de barras de área sembrada en caña.

Este reporte es generado mediante la suma de las áreas sembradas en caña por suerte agrupadas por tipo de tenencia tierras propias y cuentas de participación.

7 RECOMENDACIONES

- Toda la cartografía digital se proyectó en MAGNA Colombia Zona Oeste, si se adiciona información que este en Bogotá Colombia zona oeste es necesario proyectarla en coordenada planas MAGNA Colombia Zona Oeste o
-
- geográficas WGS 84 para no generar problemas de interoperabilidad en la sobre posición de capas y en las consultas.
- En el momento de ingresar una nueva información de una capa vectorial como haciendas, suerte y tablonos es necesario que en el código establecido en la relación catastral agrícola de dichas capas se debe realizar un control de calidad en cuanto a topología, consistencia lógica y exactitud temática del código en cada capa, esto con el objetivo de que el modelo de gestión catastral se cumpla y no se generen inconsistencias en el momento de relacionar la información para garantizar la calidad de la consulta y el reporte del cronológico.
- La importación de datos se realizó mediante software no comercial Quantum Gis se puede utilizar software comerciales y no comerciales distintos que cumplan con la conexión en la base de datos almacenada en postgis.
- Realizar copias de seguridad periódicas a toda la Base de Datos, es importante esta medida de seguridad para la importancia de la información manejada, se debe guardar bajo una estructura definida y por fechas para tener un control de cambios.
- El sistema presentado fue desarrollado para la Web, considerando de que el reporte del cronológico de la hacienda no genere un resultado deseado se deben verificar que los nombres de las haciendas no contenga caracteres como puntos, guiones, comas, tildes etc.
- En la clasificación temática de la edad, el dato de la fecha de corte debe ser veraz y confiable para que la operatividad de la actualización tenga credibilidad a la hora de obtener resultados en la clasificación temática.

8 CONCLUSIONES

- La característica principal de la aplicación es que es accesible desde cualquier navegador web y que funciona a través de internet ya que fue desarrollado en Open Geo Suite como plataforma geoespacial para la publicación de datos y gestión de mapas que maneja el ingenio Mayagüez. Sin embargo la posibilidad de que pueda ser accedida por cualquier usuario en cualquier región no es viable ya que está limitado solo al manejo interno de la empresa por políticas de privacidad de la información que maneja los ingenios.
- La información espacial de las haciendas de administración directa para ser representadas como un mapa en una página web, fueron digitalizados utilizando herramientas SIG. La fuente de datos proviene de cartografía digital en formato CAD sin georreferenciar y otras en sistema de proyección Bogotá Colombia Oeste. Para la visualización de los datos se re proyectó la información al Sistema MAGNA Colombia Zona Oeste. Esto con el fin de que el portal como una herramienta SIG de escritorio se pueda obtener coordenadas planas en MAGNA Colombia zona oeste con proyección al vuelo en coordenadas geográficas WGS 84.
- De acuerdo a los resultados obtenidos la implementación de un modelo de gestión catastral permitió la integración gráfica y alfanumérica, utilizando técnicas catastrales para el diseño de la base de datos y la de un mapa catastral especializado para los cultivos de caña de azúcar, para la toma de decisiones del sector agrario, sobre todo los que tiene que ver con procesos que ocurre a escala parcelaria.
- La aplicación en su diseño físico muestra una interfaz que cuenta con operaciones que son consideradas como básicas en cualquier herramienta SIG de escritorio comercial o no comercial. Por otra parte dentro del desarrollo de la arquitectura como un mapa en página web requiere de soporte de programas de SIG no comercial con el Quantum GIS en el procesamiento de datos vectoriales y actualización de información de la base de datos almacenada en PostGIS.
- La visualización en la relación espacial de un mapa temático como el de edad, en la clasificación de los estados de crecimiento de la caña en el momento de siembra y cosecha permitirá a los profesionales en la labores agrarias identificar suertes en estado de brote, macollaje, rápido crecimiento y maduración con el fin de tomar decisiones en porcentajes de riego y madurantes. Es importante analizar que este tipo de procesamiento visual permite la interoperabilidad de posibles soluciones en labores de campo en la siembra de caña y que a futuro se desarrollaría mayores capacidades en geo procesamiento de datos y coberturas como uso de suelo, variedades, precipitaciones etc.

9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. R. Ponvert Delisles, F. S. Kelly y I. Reyes, «Las técnicas geomáticas aplicadas en la agricultura: El Catastro Agrícola.» *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 21, n° 4, pp. 84-92, octubre-diciembre 2012.
- [2] J. Cardenas Velasco, A. M. Herrera Zapata, J. M. Meneses Hernández y J. A. Quintero Salazar, «Desarrollo e implementacion de un sistema de información Geográfica aplicado en la comuna 02 para estructurar y administrar la base de datos de la subdireccion de catastro en el municipio de santiago de cali,» 2014. [En línea]. Available: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1296/1>. [Último acceso: 2014].
- [3] J. A. Guevar, «Esquema Metodologico para le diseño e implementación de un sistema de información geográfico.».
- [4] M. F. M. Rivera, *Recuperando y Analizando Datos Espaciales a través de Web-Mapping*, México D.F.: Instituto Politécnico Nacional Centro de investigación en Computación, 2004.
- [5] J. Liu, «A GIS-based tool formod elling large-esale crop-water relations,» *Environmental Modelling & Software*, vol. 24, pp. 424-442, Marzo 2009.
- [6] J. D. Monnell, B. Niblick, X. Zhao y A. E. Landis, «Using geographic informations system to assess potential bio fuel crop production urban marginal lands,» *Applied Energy*, vol. 103, pp. 234-242, 2013.
- [7] S. Runquist, N. Zhang y R. K. Taylor , «Development of a field level geographic information system,» *Computers and electronics in Agriculture*, vol. 31, pp. 201-209, Abril 2001.

Web:

Bases de datos disponibles [online]. Colombia: Universidad de Manizales, 2014
Disponible en: <http://biblioteca.umanizales.edu.co/basesdedatos/>

Bases de datos ScienceDirect [online]. Colombia: Universidad de Manizales, 2014
Disponible en:
<http://biblioteca.umanizales.edu.co:2048/login?url=http://www.sciencedirect.com/>

Autodesk [online]. EEUU: Autodesk, 2014 Disponible en:
<https://www.autocad360.com/blog/open-dwg-file-3-fundamental-questions-and-answers/>

Shapefile [online]. España: Universidad de Alcalá, 2009 Disponible en:
http://www.geogra.uah.es/gisweb/practica-vectorial/Formato_Shapefile.htm

10 ANEXOS

10.1 ANEXO A

En la figura se representa el diagrama de la relación de la base de datos y sus respectivos atributos, a continuación se presentan el diccionario de los datos.

10.1.1 INFORMACION ESPACIAL: Código de catálogo de objetos

Tabla 10-1. *Objeto: Municipio*



 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
8.1.1	Municipio	POLÍGONO		
DEFINICIÓN	Unidad administrativa que hace referencia a una ciudad.			
FUENTE	DANE, IGAC			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_municipio	Varchar	3		Corresponde a la codificación para los departamentos del territorio Colombiano.
Nombre	Varchar	45		Nombre del municipio en la cual se encuentra ubicado el predio rural.
The_geom	Multipolygon	Geom		Información geométrica espacial del objeto.

Tabla 10-2. *Objeto: Corregimiento*



 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
8.1.2	Corregimiento	POLÍGONO		
DEFINICIÓN	Unidad, administrativa que hace referencia a la zona rural de un municipio			
FUENTE	IGAC			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_corregimiento	Varchar	5		Codificación de la zona urbana y rural.
Cod_municipio	Varchar	3		Corresponde a la codificación para los departamentos del territorio Colombiano.
Nombre	Varchar	45		
The_geom	Multipolygon			Información geométrica espacial del objeto.

Tabla 10-3. **Objeto:** Hacienda


 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CODIGO	OBJETO	GEOMETRIA	SIMBOLO	
5.1.2.6	Hacienda	POLIGONO	HDA	
DEFINICIÓN	Bien inmueble administrado por el ingenio para la siembra de caña.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCION
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_Hacienda	Varchar	5		Código que contiene el tipo de tenencia+ número del código que maneja el ingenio.
Cod_corregimiento	Varchar	13		Codificación DANE.
Cod_Predial	Varchar	17		Codificación predial del IGAC.
Cod_Tenencia	Varchar	2		Código de tenencia administrativa.
Nombre	Varchar	50		Nombre de la hacienda asignada por el Ingenio.
Area_ha	Double	6	2	Área bruta del ingenio.
Fecha actualización	date			Fecha de actualización de la información fuente.
The_geom	Multipolygon			Información geométrica espacial del objeto.

Tabla 10-4. **Objeto:** Tablón





 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
8.3.2	Tablón.	POLÍGONO	TAB	
DEFINICIÓN	Subdivisión de suertes delimitada por callejones o canales.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_Tablon	Varchar	12		Numero de codificación de la subparcelas.
Cod_suerte	Varchar	9		Numero de codificación de la distribución parcelaria que maneja el ingenio.
Nom_tab	Varchar	5		Nombre de consecutivo de división del Tablón ej. "16-3".
The_geom	Multipolygon			Información geométrica espacial del objeto.

Tabla 10-5. **Objeto:** Suerte

 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
8.3.1	Suerte	POLÍGONO	STE	
DEFINICIÓN	Unidad parcelaria en que se divide una hacienda sembrada en la caña.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_suerte	Varchar	9		Numero de codificación de la distribución parcelaria que maneja el ingenio.
Cod_Hacienda	Varchar	5		Código que contiene el tipo de tenencia+ número del código que maneja el ingenio.
Nom_ste	Varchar	3		Nombre de consecutivo de división parcelaria ej:1a
Fecha de levantamiento	Date			Fecha del levantamiento del área actualizada.
The_geom	Multipolygon			Información geométrica espacial del objeto.

10.2 INFORMACIÓN ALFANUMERICA

Tabla 10-6. **Objeto:** Administración



 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
-----	Administración	No	No	
DEFINICIÓN	Corresponde a la tenencia administrativa directa que maneja el ingenio.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Id_administración	Serial			Identificador del tipo de tenencia.
Símbolo	Varchar	3		Representación abreviada para tierras propias y de participación.
Cod_tenencia	Varchar	2		Codificación del código de tenencia como representación administrativa del ingenio.
Tipo	Varchar	45		Tipo de tenencia propia o cuentas de participación

Tabla 10-7. Objeto: Propietario



 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
5.1.2.3	Propietario	No	No	
DEFINICIÓN	Persona natural o jurídica que tiene derecho sobre un bien inmueble.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Cod_Predial	Varchar	17		Codificación predial del IGAC.
Nombre	Varchar	45		Nombre de propietario jurídico del predio
Apellido	Varchar	45		Apellido del propietario jurídico del predio
Matricula inmobiliaria	Varchar	50		Identificación única de cada bien inmueble

Tabla 10-8. Objeto: Cronológico

 mayagüez	GERENCIA DE CAMPO Departamento de Ingeniería Agrícola			 UNIVERSIDAD DE MANIZALES
PROYECTO:	SIG Ingenio Mayagüez			
CÓDIGO	OBJETO	GEOMETRÍA	SÍMBOLO	
	Cronológico			
DEFINICIÓN	Base de datos del ingenio en donde administra las labores agrarias de la siembra de caña de azúcar realizado por el ingenio.			
FUENTE	Ingenio Mayagüez S.A.			
NOMBRE DEL ATRIBUTO	ESTRUCTURA			DESCRIPCIÓN
	Tipo	Amplitud	Decimales	
Id_programa	Serial			Serial de la base del cronológico.
Cod_suerte	Varchar	9		Numero de codificación de la distribución parcelaria que maneja el ingenio.
Cod_hacienda	Varchar	5		Código que contiene el tipo de tenencia+ número del código que maneja el ingenio.
Variedad	Varchar	20		Especie de plantas que se distinguen de acuerdo a las propiedades del suelo.
Numero_cortes	Entero	3		Cuantificación del # de cortes en una suerte.
Distancia_surco	Double	4	3	Distancia de separación del riego de la caña.
Fecha_siembra	Date			Fecha de siembra después de la preparación del terreno.
Fecha_corte	Date			Fecha del último corte de siembra.
TCH	Double	7	3	Toneladas de corte por hectárea.

10.3 ANEXO B

Parte de uno de los objetivos específicos del “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG BAJO UNA PRATAFORMA WEB MAPPING PARA EL INGENIO MAYAGÜEZ S.A**” es presentar a detalle el manual de usuario del sistema, mostrando el funcionamiento general de la aplicación como plataforma web-mapping.

10.3.1 MANUAL DE USUARIO

Bienvenido a la aplicación SIG del ingenio Mayagüez, permitiendo a los usuario profesionales en las labores agrarias tener acceso a la información espacial de las haciendas de administración directa en una plataforma ágil y dinámica en donde encontrara información de las cronológicos y estados de crecimiento de la caña mediante la actualización constante de cosecha.

1. INICIO DEL SISTEMA

El primer paso para tener acceso a la plataforma es a través del link <http://localhost:8080/Mayaguez/app/index.php>



Figura 10-1. Portada de la página web de Inicio de la aplicación.

Al acceder el link aparece la página principal como acceso del sistema dando prioridad a la seguridad del manejo de la información.

El sistema pedirá el login y password por lo cual debe tener un cuenta de acceso creada por el departamento de tecnología informática del ingenio Mayagüez.

Una vez ingresando el login y el password correctamente el sistema accederá al sistema con éxito, si en un determinado caso no inicia el sistema por una equivocación en la digitación de la login y password el sistema le pedirá que ingrese nuevamente la clave.

Al acceder la clave correcta el inicio del visor se presenta con los siguientes componentes:

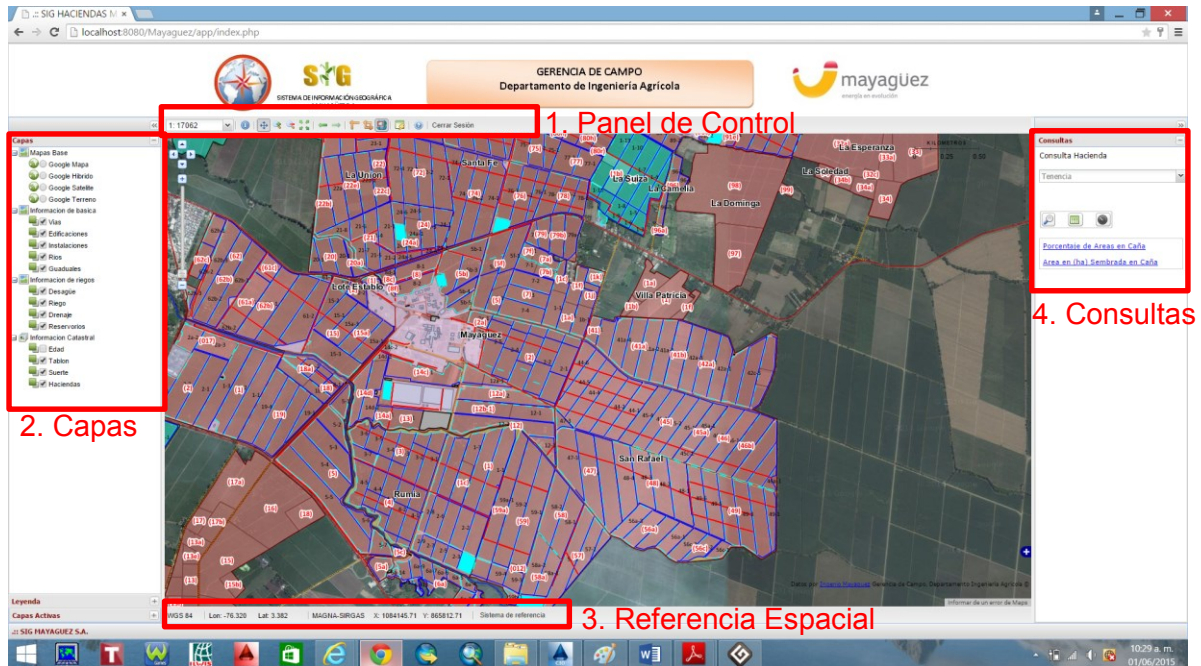
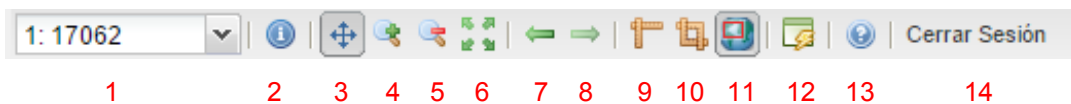


Figura 10-2. Inicio de la aplicación

10.3.1.1 Herramientas de control portal web

1. Panel de Control

Esta herramienta contiene las características básicas de una herramienta sig de escritorio



- 1. Escala de pantalla:** expresa la relación que existe entre las dimensiones reales y las del visor que representa la realidad.
- 2. Identificación de cronológico de suertes (Consulta):** La función de identificación consiste en dar un clic en un punto sobre el mapa, y obtener una consulta en forma tabular; es decir, los datos que están asociados a ese punto geográfico se intersectan a la cobertura de suertes y genera el siguiente resultado.

Información de la suerte			
Hacienda: Zainera			
Propietario: Mayagüez S.A.			
Ggt. MADRE VIEJA - SANTA CLARA			
Cronológico			
Tenencia: PROPIA	Numero de cortes (Año): 5	Tch (Kg/ha): 119.13	
Código de hacienda: 014	Fecha de siembra: 2010-06-30	Area (ha):	
Suerte: (81)	Fecha de corte: 2014-10-21	Zagro: 11H1	
Variedad: CC-934418	Edad (mes): 7.4		
Area de subparcelas			
hacienda	codigo	area	
Zainera	81-1	4.36	
Zainera	81-2	4.28	
Zainera	81-3	4.37	
Zainera	81-4	4.44	
Zainera	81-5	3.58	

Figura 10-3. Identificación de suertes.

3. **Movimiento de la pantalla:** Este botón permite desplazarse sobre el mapa hacia cualquier dirección, permitiendo visualizar áreas que no están dentro de la vista actual.
4. **Acercar Zoom:** Este botón llama al método Zoom In del mapa y hace un acercamiento sobre un punto en particular, el cual debe estar en unidades del mapa.
5. **Alejar Zoom:** Este botón llama al método Zoom Out del mapa y hace un alejamiento sobre un punto en particular, el cual debe estar en unidades del mapa.
6. **Zoom General:** Este botón llama al método de Zoom Extent del mapa y hace un alejamiento centrado de todas las coberturas que están en el mapa.
7. **Zoom anterior:** Este botón devuelve la visualización anterior a la que tiene existente.
8. **Zoom Siguiente:** Este botón devuelve la visualización del zoom anterior hacia el siguiente y finaliza donde quedo la última visualización del mapa.
9. **Medida de distancias en Km:** Realiza una línea para medir distancias horizontales.
10. **Medida de área en Km:** Realiza un polígono para medir la distancia horizontal en área.
11. **Mapa auxiliar:** Identifica un mapa auxiliar para identificar la localización del cursor en el visor.

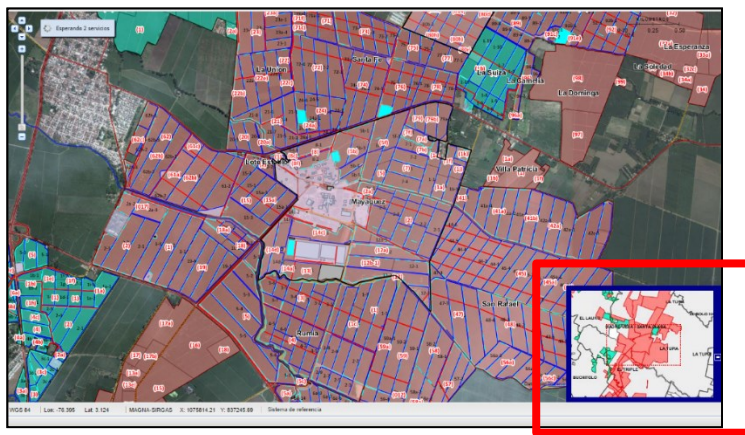


Figura 10-4. Mapa Auxiliar

12. **Identificación de coordenadas:** La función de identificación de coordenadas consiste en dar un clic en un punto sobre el mapa, y obtener las coordenadas geográficas WGS84 y planas MAGNA Colombia Zona Oeste.

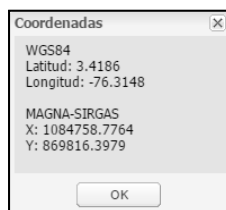


Figura 10-5. Insertar Coordenadas

13. Acerca del aplicativo: Este botón muestra la información de la aplicación.

14. Cerrar sección: Cierra el funcionamiento de la aplicación y vuelve la pagina inicial.

2. Contenido de Capas

Esta función le permite al usuario activar las capas que dese visualizar en el visor geográfico.

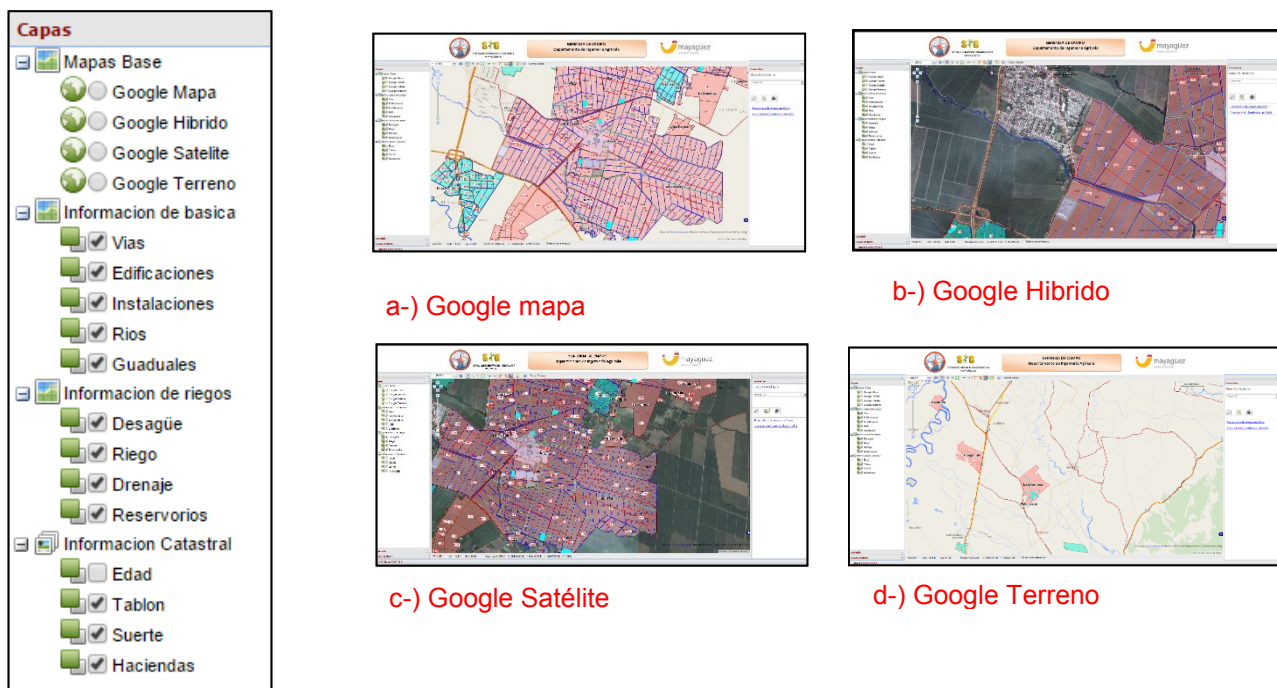


Figura 10-6 Integración de capas.

El orden esta de la siguiente manera:

- **Mapas Base:** Contiene la cartografía base de google API para la personalización de mapas.
- **Información básica:** Contiene capas vectoriales de vías, edificaciones, instalaciones, ríos, guadales.
- **Información de riegos:** Contiene capas vectoriales de riegos, desagües, drenajes, reservorios.
- **Información catastral:** Contiene la información de cobertura de áreas de haciendas, suertes, tablones y edades.

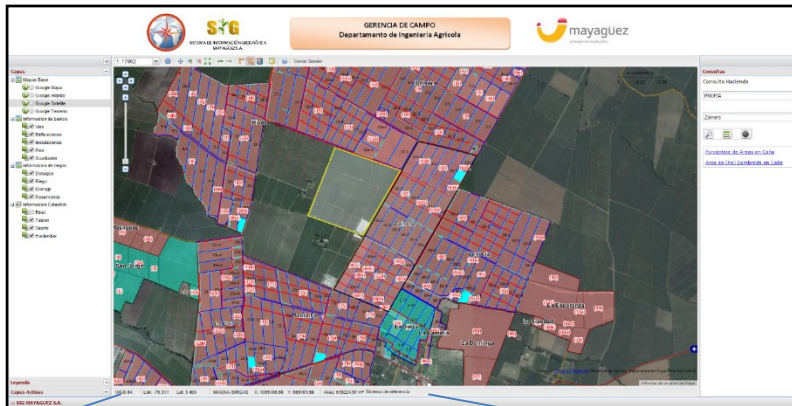
Las capas se pueden activar y desactivar a la vez. También se encuentra el contenido de leyendas para distinguir la simbología de las capas espaciales que contiene el visor.

3. Referencia espacial

Describe la información de la proyección espacial del visor. Representa las coordenadas de acuerdo al movimiento del cursor en el visor, este tipo de coordenadas son geográficas de la latitud y longitud definidos por elipsoide WGS 84 y a su vez la proyecciones al vuelo en la coordenadas planas MAGNA SIRGAS Colombia zona oeste

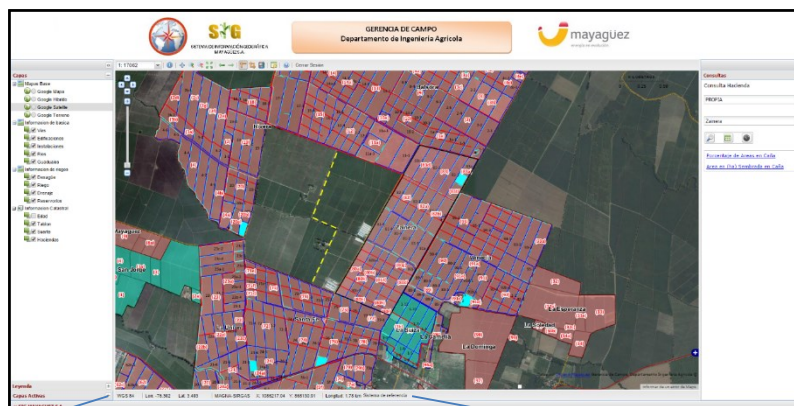
WGS 84	Lon: -76.329	Lat: 3.417	MAGNA-SIRGAS	X: 1083147.72	Y: 869659.41	Area: 3.08 km ²	Sistema de referencia
--------	--------------	------------	--------------	---------------	--------------	----------------------------	-----------------------

1. En el panel de control la herramienta de medir áreas el resultado se visualiza en la parte inferior de la herramienta en unidades de m²



WGS 84	Lon: -76.311	Lat: 3.403	MAGNA-SIRGAS	X: 1085186.88	Y: 868101.66	Area: 619224.57 m ²	Sistema de referencia
--------	--------------	------------	--------------	---------------	--------------	--------------------------------	-----------------------

2. En el panel de control la herramienta de medir distancia el resultado se visualiza en la parte inferior de la herramienta



WGS 84	Lon: -76.284	Lat: 3.405	MAGNA-SIRGAS	X: 1088158.02	Y: 868336.21	Longitud: 1.78 km	Sistema de referencia
--------	--------------	------------	--------------	---------------	--------------	-------------------	-----------------------

Figura 10-7 Medición de áreas y distancias

2. Consultas

En este contenido se puede consultar la hacienda para determinar su localización y el cronológico de suertes para hacerlo se realiza los siguientes pasos.

Consultas

Consulta Hacienda

PROPIA

La milagrosa

3

1

2

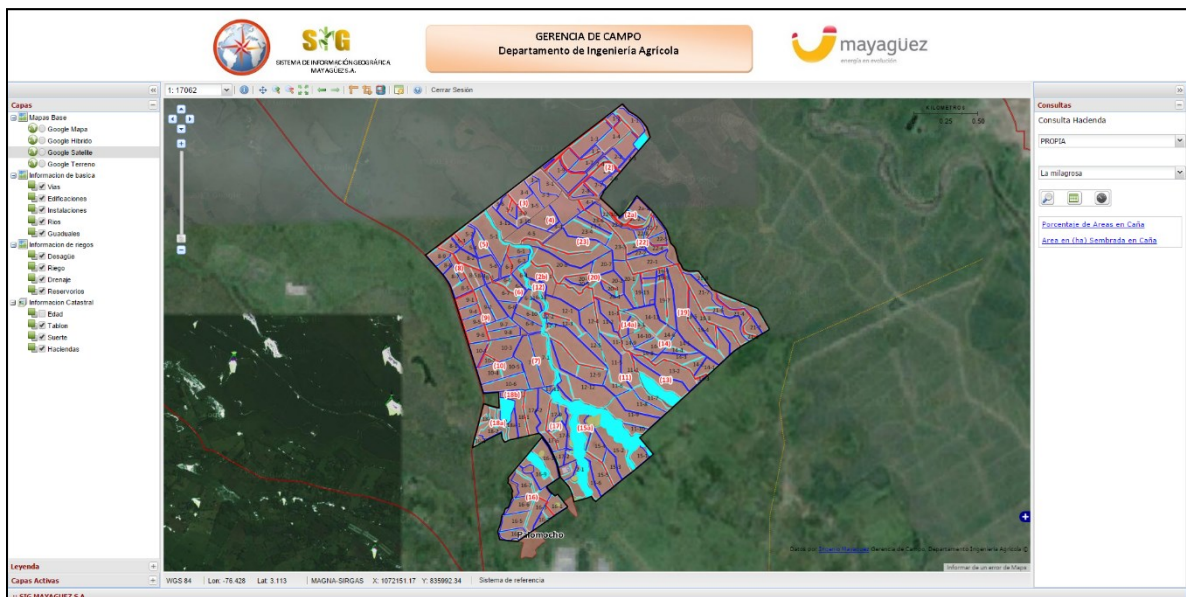
4

[Porcentaje de Areas en Caña](#)

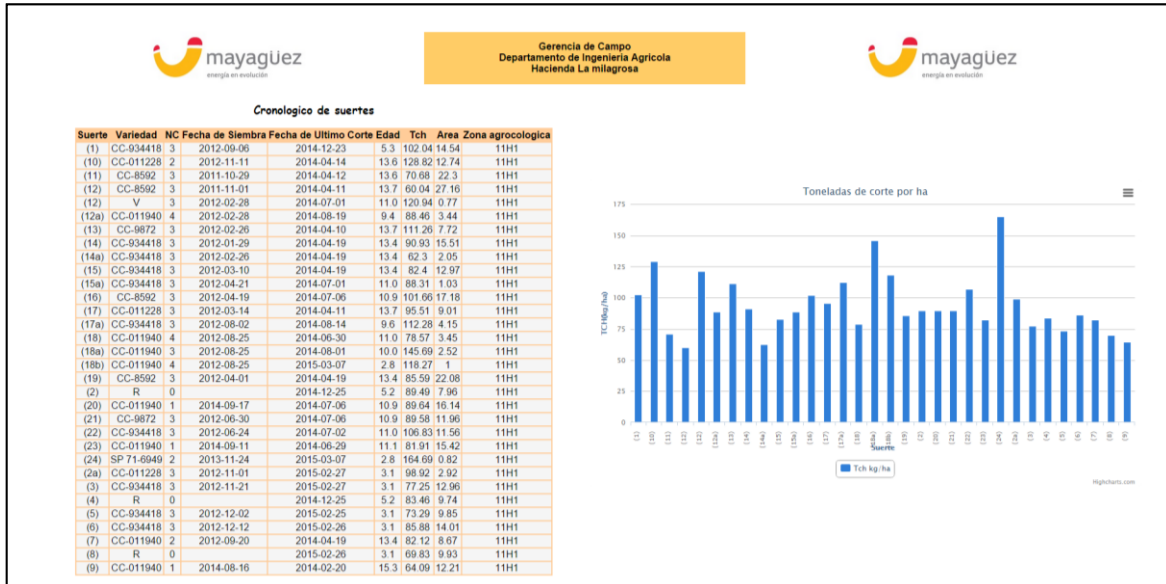
[Area en \(ha\) Sembrada en Caña](#)

1. Identificar el tipo de tenencia al que pertenece la hacienda.
2. Identificar el la hacienda.
3. El botón de “buscar” ejecuta la localización de la hacienda hasta mostrarla en el espacio de visualización, el botón “cronológico” abre otra ventana como reporte del cronológico de la hacienda seleccionada y el botón “Edad” actualiza la edad de crecimiento de caña actual de las coberturas suerte de la haciendas de administración directa.
4. Gráfico de torta o del porcentaje de áreas sembradas en caña por administración directa y grafica de barras de áreas sembradas en caña por administración directa.

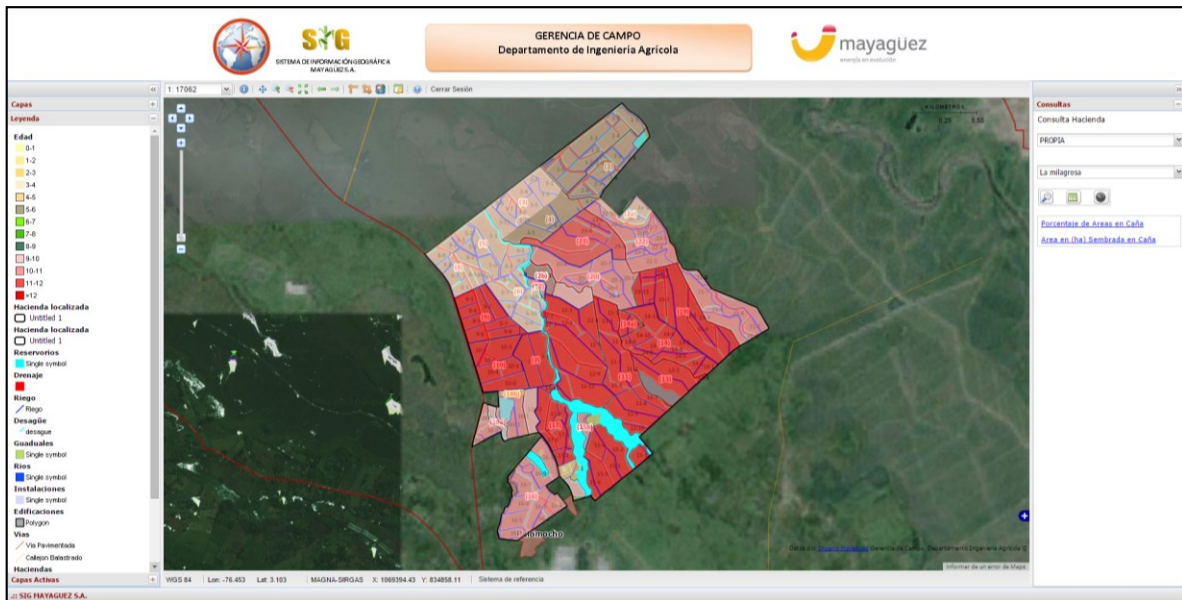
1. Respuesta del botón buscar (localización de hacienda).



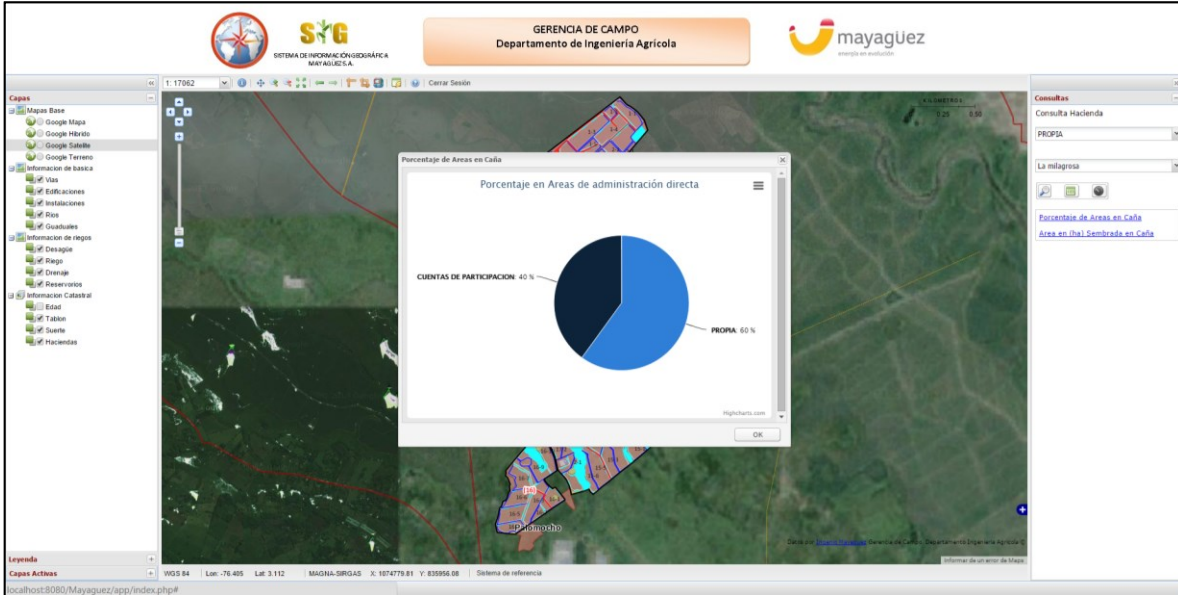
2. Respuesta del botón cronológico (reporte del cronológico de la hacienda).



3. Respuesta del botón actualización de edad.



4. Respuesta de porcentaje de áreas sembradas en caña por administración directa



5. Respuesta de grafica de barras de áreas sembradas en caña por administración directa

