

**ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE
PLANTACIONES COMERCIALES FORESTALES**



ING. ADRIANA PAOLA JIMÉNEZ JIMÉNEZ

**UNIVERSIDAD MILITAR "NUEVA GRANADA"
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
BOGOTÁ DC, 2010**

**ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE
PLANTACIONES COMERCIALES FORESTALES**



ING. ADRIANA PAOLA JIMÉNEZ JIMÉNEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Especialista en Geomática**

Director: Ing. LUIS EDUARDO DIAZ FLOREZ

**UNIVERSIDAD MILITAR "NUEVA GRANADA"
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
BOGOTÁ DC, 2010**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

MAYOR GENERAL (R) EDUARDO ANTONIO HERRERA BERBEL
Rector

MAYOR GENERAL (R) GABRIEL EDUARDO CONTRERAS OCHOA
Vicerrector General

DRA. MARTHA LUCÍA BAHAMÓN JARA
Vicerrector Académico

BRIGADIER GENERAL (R) ALBERTO BRAVO SILVA
Vicerrector Administrativo

ERNESTO VILLARREAL SILVA. Ph.D
Decano de la Facultad

APROBACIÓN

El trabajo titulado **“ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE PLANTACIONES COMERCIALES FORESTALES”** presentado por Adriana Paola Jiménez Jiménez en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de “Especialista en Geomática”, el cual fue aprobado por el director.

Ing. LUIS EDUARDO DÍAZ FLOREZ
DIRECTOR

Ing. PEDRO A. DUARTE
METODOLOGO

Bogotá, Agosto de 2010

*Dio ed a tutti
gli angeli che m' hanno
protetto in questo processo*

Adriana Paola Jiménez Jiménez

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos:

Al Ingeniero Luis Eduardo Díaz Flórez, director del proyecto, por su colaboración, aportes y observaciones en el transcurso de ésta investigación.

A la Ingeniera Libia Peñuela por su colaboración, dirección y aportes en el transcurso de este trabajo.

Al Ingeniero William Velandia por su colaboración también, sus asesorías técnicas y ayudas importantes en partes vitales para el desarrollo de esta investigación.

A las directivas de la Universidad Militar “Nueva Granada”

A amigos y demás profesionales que estuvieron de alguna forma brindándome apoyo para culminar.

A mis padres que siempre me apoyaron y estimularon a finalizar.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	10
GLOSARIO	11
RESUMEN	19
ABSTRACT	21
INTRODUCCIÓN	23
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	24
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
JUSTIFICACIÓN.....	31
OBJETIVOS.....	32
OBJETIVO GENERAL.....	32
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
1. MARCO TEÓRICO.....	33
1.1 MARCO CONCEPTUAL.....	33
1.1.1 Sistema de Información Geográfica	33
1.1.1.1 Componentes de un Sistema de Información Geográfico ..	34
1.1.1.2 Información que se maneja en un SIG	35
1.1.1.3 Base de datos espacial	36
1.1.1.4 Captura de la información	38
1.1.2 Plantación Comercial Forestal.....	41
1.1.3 Software ER/studio.....	42
1.1.4 Software Arcgis	42
2. METODOLOGÍA	43
2.1 DIAGRAMA DE PROCESOS	45
2.2 ESQUEMA METODOLÓGICO (Enlace Información alfanumérica con la Espacial)	46

2.3 DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CAPTURA EN CAMPO DE VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL SECTOR FORESTAL COMERCIAL	47
2.3.1 Universo de Estudio	48
2.3.2 Unidad de Observación	48
2.3.3 Cobertura geográfica	48
2.3.4 Variables a ser estudiadas	48
2.3.5 Diseño formulario de recolección	49
2.3.5.1 Descripción del Formato de Diligenciamiento	51
2.3.6 Metodología para la captura de información con Sistemas de Geoposicionamiento Global (GPS)	58
2.3.6.1 Procedimiento para la medición de Áreas.....	59
2.4 MODELO CONCEPTUAL.....	62
2.5 MODELO LÓGICO	64
2.5.1 Diccionario de Datos	64
2.5.2 Esquema Base de Datos Geográfico (GDB)	71
2.6 EVALUACIÓN DEL TIPO DE SOFTWARE Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO FÍSICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	73
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	77
3.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ESCOGIDAS PARA EVALUAR EL SECTOR FORESTAL COMERCIAL.....	77
3.2 ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONCEPTUAL, LÓGICO Y DEL TIPO DE SOFTWARE DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	78
4. EJEMPLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA (SIG)	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Conceptual de un SIG	33
Figura 2. Componentes de un SIG	35
Figura 3. Sistema Arcgis.....	43
Figura 4. Diagrama de Procesos	45
Figura 5. Metodología completa para la Ejecución del Sistema de Información de Plantaciones Comerciales Forestales (Fuente: Elaborado por el autor).....	46
Figura 6. Formulario de Recolección Parte 1.....	49
Figura 7. Formulario de Recolección Parte 2.....	50
Figura 8. Datos del Encuestado.....	51
Figura 9. Datos del Productor	52
Figura 10. Control de la Encuesta.....	53
Figura 11. Datos de la Finca	54
Figura 12. Datos del Rodal	55
Figura 13. Datos áreas aprovechadas	57
Figura 14. Actividades antes de la medición de áreas.....	60
Figura 15. Pasos para el cálculo de área en el dispositivo GPS.....	61
Figura 16. Modelo Entidad Relación	63
Figura 17. Geodatabase	71
Figura 18. Escala de puntuación de 1 a 27.....	76
Figura 19. Tipos de insumos (Fresno, Tolima).....	82
Figura 20. Captura de polígonos con GPS en campo.....	83
Figura 21. Relación información Alfanumérica con la espacial.....	83
Figura 22. Relación información Alfanumérica con la espacial.....	84
Figura 23. Modelo aplicativo de recolección de la información (posible modelo físico ajustado al modelo E/R y modelo lógico.....	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones de configuración GPS	59
Tabla 2. Ejemplo Código ID de cada rodal	62
Tabla 3. Campos de la tabla deptos	64
Tabla 4. Campos de la tabla especie	64
Tabla 5. Campos de la tabla finca.....	64
Tabla 6. Campos de la tabla Forma	66
Tabla 7. Campos de la Tabla Inconsist.....	66
Tabla 8. Campos de la Tabla Inscripción	67
Tabla 9. Campos de la Tabla mpio	68
Tabla 10. Campos de la Tabla planta	68
Tabla 11. Campos de la Tabla productor	68
Tabla 12. Campos de la tabla relación.....	69
Tabla 13. Campos de la Tabla rodal	69
Tabla 14. Campos de la Tabla Usuario.....	71
Tabla 15. Descomposición de la Calidad del Software por ISO 9126-1998	72
Tabla 16. Matriz Evaluación Software. (Fuente: Elaborado por el autor) .	74
Tabla 17. Codificación especies	87
Tabla 18. Codificación Forma de Siembra	89

GLOSARIO

Altura Comercial: Es la altura del fuste de un árbol, desde la base hasta la última ramificación o donde inicia la copa del árbol. Esta es calculada en metros.

ArcGis: Es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como *ArcGIS Server*, para la publicación y gestión web, o *ArcGIS Móvil* para la captura y gestión de información en campo.

ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones. *ArcGIS Desktop* se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo.

Carbón vegetal: es un combustible sólido obtenido a partir de madera o residuos de madera quemada. Maderas de alta densidad rendirán más carbón que maderas de baja densidad. Igual sucede según la especie, está demostrado que las coníferas rinden buenos carbones debido a su calor específico. Se conoce por otra parte que la relación de materia prima producto es de 5:1, es decir 5 metros cúbicos de madera en bruto producen 1 metro cúbico de carbón vegetal.

Certificado de Incentivo Forestal: Es un aporte directo en dinero, como un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación, que consiste en una bonificación en efectivo de los costos de siembra de plantaciones forestales con fines protectores-productores en terrenos de aptitud forestal, del 50% si se plantan especies introducidas y un 75% si se plantan especies nativas. Por los costos totales netos de manejo del segundo hasta el quinto año se reconoce hasta un 50% para ambos casos.

DAP (Diámetro a la altura del pecho): Es la medida de la circunferencia del fuste del árbol que se toma a una altura de 1,30 m. del piso. Esta medición se realiza preferiblemente con cintas diamétricas.

Densidad de siembra: Es el número de árboles que se siembran por hectárea.

Diccionario de Datos: Son las descripciones específicas de cada tabla y sus respectivos datos, generados en el modelo relacional.

Edad de turno o corta: Rango de edad en el cual la especie forestal llega al nivel productivo óptimo de madera y de crecimiento en diámetro, momento en el cual se efectúa el aprovechamiento.

Especie: grupo de individuos estrechamente emparentados; Unidad de clasificación subordinada al género: Es la unidad fundamental para todo tipo de trabajo sistemático, pues sus individuos tienen los mismos caracteres esenciales que pueden transmitir a sus descendientes y que permiten identificar dicha especie.

Especie forestal: Vegetal leñoso, compuesto por raíces, tallo, ramas y hojas, cuyo objetivo principal es producir madera apta para estructuras,

tableros, chapas, carbón, leña, celulosa; otros productos tales como aceites esenciales, resinas y taninos.

Especie forestal autóctona: Es aquella planta arbórea que por su distribución natural y origen ha sido reportada dentro de los límites geográficos del territorio nacional.

Especie forestal introducida: Es aquella arbórea que proviene de un área de distribución natural diferente a los límites del territorio nacional.

Estado Fitosanitario: Condición de salud que guarda un árbol y el cual se aprecia a simple vista por el vigor, color y turgencia de su follaje, o bien el marchitamiento ocasionado por daños inducidos, tanto físicos, antropogénicos, ambientales, o por el ataque de agentes patógenos.

ER/Studio: Es una herramienta de modelado de datos fácil de usar y multinivel, para el diseño y construcción de bases de datos a nivel físico y lógico. Direcciona las necesidades diarias de los administradores de bases de datos, desarrolladores y arquitectos de datos que construyen y mantienen aplicaciones de bases de datos grandes y complejas.

Fábrica forestal: industria que utiliza madera en rollo, desperdicios de aserradero, productos semielaborados y/o leños para obtener productos semiterminados o terminados. En función a los productos a obtenerse se tienen entre otros los siguientes tipos de fábrica: de pasta celulósica, de tableros, de aglomerados, laminadoras, de muebles, de cajas de empaque, de guacales, entre otras.

Finca forestal: Corresponde al terreno o superficie bajo la responsabilidad de un mismo productor. En una finca puede ocurrir: primero, que existan varias unidades productoras cuando coexisten o conviven allí varios productores, segundo, sea igual a la unidad

productora, tercero: varias fincas de un mismo productor así se encuentren ubicadas en otras veredas o espacios geográficos y cuarto, en una misma finca gran cantidad de rodales o un solo rodal que sería igual a la unidad productora.

Forma de siembra: Arreglo geométrico en el que se encuentran dispuestos los árboles en el rodal o plantación en general. Pueden ser cuadrada, rectangular y a tres bolillos (rombo).

Fuente de Financiación: Pueden ser de tipo privado, público o mixto. Es el ente que financia la plantación o brinda algún tipo de aporte económico al productor.

Fuste: el eje principal del árbol que da origen a la ramificación.

Fuste comercial: aquella parte del árbol comprendido entre el tocón y las primeras ramificaciones.

Geodatabase: La Geodatabase es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix).

GPS: Se define como Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, vehículo o nave con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial).

Georreferenciación: Es el posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este

proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica.

Leña: este grupo comprende la madera, en todas sus formas que se usa como combustible.

Llave foránea: Si van códigos que conducen o se explican en otra tabla se les denomina llave foránea.

Llave primaria: Es el código principal que diferencia a los objetos de la tabla.

Madera aserrada: Piezas de madera maciza obtenida por aserrado del árbol, generalmente escuadradas, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas.

Madera rolliza: aquella parte del árbol utilizada en su forma original con o sin corteza.

Marco de lista: Es un listado de productores con una serie de datos como: nombres, apellidos, dirección, teléfono, nombre de la finca, ubicación geográfica, especies sembradas, etc.

Modelo conceptual: Se trata de obtener el esquema conceptual de la base de datos a partir de la lista descriptiva de objetos y asociaciones identificadas en la organización durante el análisis.

Modelo lógico: Una vez definido el modelo conceptual esquematizado por el modelo E-R se procede a elaborar el modelo lógico que expresa el diseño de las tablas asociadas a cada entidad.

Nombre científico: Consiste en denominar una planta por género y especie. Fue Linneo quien estableció el sistema de clasificación llamado binomial, consistente en nombrar una planta por dos nombres; el primero corresponde al género y el segundo a la especie, este nombre científico está escrito en lengua latina o griega con el fin de unificar la nomenclatura y de adoptar una lengua común en todo el mundo ejemplo, Ceiba amarilla *Hura crepitans*.

Nombre vulgar o vernáculo: Es la denominación que los habitantes de una región determinada dan a las plantas oriundas o nativas.

Norma ISO/IEC 9126: ISO 9126 es un estándar internacional para la evaluación del Software. Está supervisado por el proyecto SQuaRE, ISO 25000:2005, el cual sigue los mismos conceptos.

El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, respectivamente, lo siguiente: modelo de calidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso.

Persona jurídica: Hace referencia a las corporaciones, asociaciones y fundaciones de interés público o privado reconocidas por la ley.

Persona natural: Persona individual o grupo de personas (hermanos, coherederos) que explotan en común un proindiviso u otra agrupación de tierras, sin haber formalizado legalmente una sociedad o agrupación.

Plaga o Enfermedad Forestal: Una plaga es toda alteración de un cultivo producida por organismos del reino animal como vertebrados, nematodos y sobre todo insectos, que producen daños y pérdidas apreciables de producción y calidad. Por lo general son de fácil identificación y tratamiento.

Una enfermedad es la alteración del cultivo producida por hongos, bacterias y virus que causan daños y perturbaciones en el metabolismo de las plantas. Suelen ser en cambio de difícil determinación y control.

Plantación forestal comercial: Es el cultivo de árboles hecho por el hombre (artificial), con el objetivo de producir madera, leña o generar otro bien o servicio y abastecer de materia prima a las industrias forestales.

Procedencia fuente semillera: Una fuente semillera es un grupo de árboles de la misma especie o grupo de especies donde predominen individuos fenotípicamente (apariencia) aceptable o deseable, en cuanto a características de forma, vigor, sanidad o desarrollo, manejado técnicamente. Dicho manejo consiste en eliminar los árboles indeseables para que las semillas se originen sólo del cruce entre los mejores individuos y para aumentar la frecuencia de las características deseables y sostener la producción de semillas en calidad y cantidad, adelantando actividades de fertilización y eliminación de malezas.

Productor forestal o unidad productora: Es la persona natural o jurídica que tiene el emprendimiento económico y técnico sobre un terreno o grupo de terrenos en donde se desarrollan las actividades de tipo forestal y se toman las principales decisiones acerca de la utilización de los recursos disponibles. El productor puede ejercer sus funciones de manejo en forma directa o delegar las actividades relativas a la acción cotidiana de los trabajos a un gerente o administrador.

Pulpa de celulosa: Es el material más común utilizado para la fabricación de papel. Las maderas utilizadas para este fin son conocidas como maderas pulpables, que generalmente son maderas blandas como el pino, el abeto y el alerce, pero también maderas duras como el eucalipto y el abedul.

Rodal: Área continua con una cantidad de individuos uniformemente sembrados, con un rango de edad no superior a un año entre ellos, de una sola especie. Cuando una plantación está separada por un río, vías departamentales, municipales y vías de aprovechamiento o de manejo internas de la plantación así tengan el mismo año de plantación y la misma especie, se generan rodales diferentes.

Se puede presentar el caso de encontrar rodales de tipo agroforestal o agrosilvopastoril; se toma como un solo rodal si hay individuos con un patrón de siembra uniforme, que se encuentren incluidos dentro del lote sembrado de la especie frutal o agrícola con la que este asociado y entre individuos la diferencia de edad no supere un año. En el evento en que se encuentren sembrados alrededor de un lote o individuos muy separados entre sí que lleguen a una densidad de siembra menor a 50 árboles por ha. no son considerados como rodales.

Rollizo: pieza de madera con corteza o sin ella cuyo diámetro mínimo sin corteza sea de 200 mm.

Sector Forestal Comercial: Sector económico que agrupa el conjunto de actividades ligadas a la transformación de la actividad forestal.

Tipo de plantación: Las plantaciones pueden ser homogéneas o puras, con áreas plantadas con una sola especie forestal, pueden ser agroforestales; cuando se mezcla la producción forestal con la agraria, y agrosilvopastoriles si además de las dos anteriores se compagina la ganadería extensiva.

Tipos de fuentes semilleras: Huertos semilleros, rodales semilleros, fuentes seleccionadas, fuentes identificadas.

RESUMEN

El proyecto está orientado a generar un esquema metodológico para diseñar e implementar un sistema de información geográfico de plantaciones forestales comerciales, detectando las variables que se deben tener en cuenta para evaluar el estado del sector forestal comercial. Para ello se diseñó una metodología que involucre a instituciones públicas y privadas para construir y consolidar un marco de lista a nivel nacional (listado de productores y unidades productoras) y lograr así generar una serie de procedimientos que tendrán como fin conformar un sistema en el que se generen estadísticas, se tenga una interfaz gráfica ligada a información alfanumérica.

Luego de asegurarse la fase de construcción de las listas, se procede a realizar un trabajo de campo, el cual consiste en la captura de información por medio de una encuesta directa al productor, medición directa en terreno y la georreferenciación de rodales, con dispositivos de captura móvil (GPS). En este trabajo se diseñó la encuesta a productores, en la cual se involucran las variables básicas de ubicación, identificación y de evaluación del estado de la unidad productora, así como también los parámetros para medir en los sistemas de captura (GPS).

Mediante el software ER/Studio se realizó el modelo relacional de la base de datos, donde se involucra cada una de las variables de la encuesta. y el modelo lógico que consiste en el diccionario de datos, en el cual se hace una descripción de cada variable; si corresponde a una llave primaria o foránea entre otras características.

Mediante el software Arcgis se realizó un esquema de cómo la base de datos geográfica estará organizada.

Finalmente como la información debe procesarse en una plataforma informática adecuada, por medio de una matriz evaluativa según la norma

de calidad del software ISO/IEC 9126, se realizó una breve comparación para tener una visualización de la plataforma sobre la cual se puede conformar el sistema de información.

Palabras Claves: Marco de lista, GPS, georreferenciación, sector forestal comercial, rodal, norma ISO/IEC 9126, ER/Studio, modelo lógico, diccionario de datos, modelo relacional, llave primaria, llave foránea, Arcgis, base de datos geográfica.

ABSTRACT

The project is oriented to generate a scheme methodologic to design and to implement a GIS of commercial forest plantations, detecting the variables that are due to consider to evaluate the state of commercial the forest sector. For it design a methodology that involves public institutions and private to construct and to consolidate a frame of list at national level (listed of producers) and to thus manage to generate a series of procedures that they will have like aim to conform a system in that statistics are generated, has a graphical interface and to her ligature alphanumeric information.

After to make sure the phase construction of lists of producers, it is come to carry out a work of field which consists of the capture of information by means of a direct survey to the producer and to put coordinates to the lots with devices of Global Positioning System (GPS). In this work the survey to producers was designed in which the variables become jumbled that will evaluate the state of the sector and also the parameters to measure in the capture systems (GPS).

By means of software ER/Studio the relational model of the data base was realised, where it becomes jumbled each one of the variables of the survey and the logical model that it consists of the data dictionary, in which a description becomes of each variable, if it corresponds to a primary or foreign key among others characteristic.

Finally by means of software Arcgis a scheme was realised of how the geographic data base will be organized. Finally as the information must be processed in a suitable computer science platform, by means of an evaluative matrix according to the norm of quality of software ISO/IEC 9126, a brief comparison were realised to have a visualization of the platform on which the information system can be conformed.

Key words: Frame of list, GPS, georreferenciacion, commercial forest sector, norm ISO/IEC 9126, ER/Studio, logical model, data dictionary, relational model, primary key, foreign key, Arcgis, geodatabase.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la estadística e información referente a la producción forestal comercial se encuentra dispersa y dividida entre instituciones tanto públicas como privadas, que manejan datos bajo metodologías propias.

Esta situación ha generado márgenes de especulación con respecto al estado actual del sector forestal comercial, que generan debilidades en las políticas sectoriales, dificultad en el seguimiento y evaluación a ellas, como a los programas y proyectos específicos.

Por las razones anteriormente expuestas, es fundamental para el estado colombiano, integrar la información del sector comercial forestal en un Marco Nacional georreferenciado, en el cual registros de tipo alfanumérico se encuentren ligados a información geográfica capturada en campo y que permita su actualización en tiempos razonables.

En este documento en primer lugar se realiza un esquema global de cómo unificar el Marco Nacional de productores, relacionar la información alfanumérica con la espacial para lograr conformar el sistema de información.

En segundo lugar se definen y describen cada una de las variables que se capturan en campo, para ello se diseña una encuesta en donde el recolector o encuestador evalúa al productor forestal, su finca y respectivos rodales. También se define la metodología para la toma de información mediante GPS.

Luego se procede a realizar un modelo conceptual en el cual se relacionan las variables, y se prosigue con el modelo lógico, en donde se

construye el diccionario de datos para luego diseñar la base de datos geográfica.

Finalmente se evalúa el software o la plataforma informática donde se procesará la información final, mediante una matriz en la que se tienen en cuenta ciertas características contempladas por la norma ISO/IEC 9126.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En primer lugar se debe tener en cuenta que además de estudiar las referencias temporales que han existido en materia de SIG, también se debe considerar la naturaleza de la información que se va a manipular, las fuentes que la generan, analizan y procesan.

La información proveniente de productores de plantaciones forestales comerciales ha sido tratada por entidades nacionales del sector público y privado; cambiando substancialmente de responsable según las variaciones legislativas y políticas que fluctúan permanentemente. A continuación se realiza una descripción de las organizaciones que han estado a cargo de dicha información y de los diferentes tipos de figuras económicas que se han adoptado para incentivar al sector forestal del país:

Es así como Los Certificados de Incentivo Forestal (CIF) son aportes directos en dinero como un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación, que consiste en una bonificación en efectivo de los costos de siembra de plantaciones forestales con fines protectores-productores en terrenos de aptitud forestal del 50% si se plantan especies introducidas, y un 75% si se plantan especies nativas. Por los costos totales netos de manejo del segundo hasta el quinto año se reconoce hasta un 50% para ambos casos.

A partir del año 1994 y hasta el año 2006 las Corporaciones Autónomas regionales tomaron control de la información de plantaciones comerciales forestales, más específicamente los Certificado de Incentivo Forestal (CIF), que luego entre los años 2006 al 2008 fue asumido por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, dada la ley forestal promulgada en estos años.

Cuando la Corte Constitucional declaró la ley forestal inexecutable en el año 2008, hubo un lapso de tiempo hasta el 2009, donde los CIF siguieron en cabeza y retornaron al MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) gracias a la ley 1328.

Finalmente con la ley 1377 de Enero 8 del 2010 se modificó la ley 139 de 1994, con la cual todos los trámites relacionados con el Certificado de Incentivo Forestal deben realizarse directamente ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Por lo tanto, un porcentaje importante de información del Marco Nacional Forestal hace parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), que en general dispone de información temática con soporte geográfico, pero que se encuentra dispersa y en muchos casos en medio análogo.

Otro porcentaje de información importante lo tiene el Banco Alemán KFW, ya que para Noviembre del 2007 se firmó un convenio con el gobierno colombiano para programas de reforestación en zonas cafeteras en ocho departamentos. Acción que está siendo ejecutada por la Federación Nacional de Cafeteros. Esta información también alimentaría gran parte del Marco Nacional Forestal.

Por otra parte, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) maneja información de registros de plantaciones que no se encuentra georreferenciada teniendo en cuenta que una parte puede pertenecer a los CIF, otra hacer parte del sector privado.

Cabe aclarar que el ICA maneja información de plantaciones que están por encima de 10 hectáreas; lo que está por debajo algunas UMATAS (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) lo manejan.

En cuanto a las empresas de carácter privado se destacan:

Reforestadora Andina S.A, Pizano S.A, Monterrey Forestal LTDA., Reforestadora El Guasimo S.A, Los Comités Departamentales de Cafeteros, Tablemac S.A, Smurfit Cartón de Colombia, Refocosta S.A., etc., quienes disponen de sus propias bases de datos y Sistemas de Información para el manejo de las plantaciones.

Finalmente todos los registros forestales se han tratado de unificar mediante la ejecución de proyectos a nivel sectorial; es así como el DANE (Departamento Nacional de Estadística) entre los años 2002-2003 implemento el censo de plantaciones comerciales forestales en el departamento de Antioquía para fines estadísticos, construyendo un marco de lista, o más específicamente un registro de todos las unidades productores forestales comerciales del departamento, definiendo las siguientes variables para encuesta: información socioeconómica del reforestador, nombre de las especies forestales, proyección de siembras, tipos de asistencias técnicas, medición de producciones, costos de aprovechamientos, etc.

La información anteriormente mencionada fue procesada con el software ARCINFO y ARCVIEW 3.2 para la captura, estructuración e implementación de las aplicaciones.

En el año 2002 Cormagdalena también planteó el SUB-PROYECTO SIG FORESTAL el cual contemplaba los siguientes items:

- SIG MACRO
- SIG Reforestación Comercial
- SIG Plantaciones Protectoras
- SIG Ordenamiento de Ecosistemas Específicos
- SIG Ordenamiento Ecológico¹

Con base en la estructura funcional definida para el SIG FORESTAL realizaron un análisis detallado de los datos básicos indispensables para alimentar cada sub—módulo, precisando la necesidad de datos geográficos y alfa—numéricos, su prioridad y las estrategias de adquisición en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de mejorar la calidad o el contenido de la información ya disponible. Identificaron también, para cada capa de información el componente del futuro SIG GLOBAL de CORMAGDALENA que debería encargarse de su producción y se determinaron para cada sub—módulo los planes y costos de adquisición de datos.

Con base en las estrategias planteadas, a partir de 2002 el Proyecto FFEM—CORMAGDALENA gestionó el establecimiento de convenios interinstitucionales con las entidades nacionales encargadas de la producción de información geográfica. Se pusieron en marcha dos convenios con el IGAC y el IDEAM para la producción oficial de cartografía base y de cobertura del territorio para la cuenca del Río Magdalena a escala 1:100.000.

La estructura funcional del Modulo SIG FORESTAL soportaría sub—módulos diseñados según las necesidades identificadas para el componente forestal, que en general se resumen en:

¹ Proyecto FFEM: Sub-Proyecto SIG forestal /FONDO FRANCES PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL. CORMAGDALENA. ONF INTERNACIONAL. Nota Técnica N° 2. (Noviembre, 2004).

- Apoyar la toma de decisiones políticas y la definición de estrategias de ordenación forestal y territorial.
- Manejar y gestionar el programa de plantaciones comerciales.
- Manejar y gestionar un programa de plantaciones protectoras.
- Apoyar el ordenamiento y el aprovechamiento sostenible de los bosques naturales.
- Facilitar el ordenamiento de ecosistemas específicos, como por ejemplo los manglares.

En otros países como México donde se han empezado a desarrollar y aplicar procedimientos que contienen bases de datos para administrar plantaciones comerciales forestales a escala regional o nacional. Algunos ejemplos han sido desarrollados con bases de datos y sistemas de información geográfica para fomentar, desarrollar y administrar plantaciones con fines de restauración y protección.

En Chile donde uno de los sectores más dinámicos es el forestal, el cual se constituye en un pilar fundamental de la estrategia de desarrollo nacional, contando además con un amplio reconocimiento internacional. En los últimos años, este sector ha presentado un desarrollo sostenido, incorporando cada vez un mayor valor agregado a sus productos. Prueba de ello es que el Producto Interno Bruto (PIB) creció casi en 30% en los últimos 8 años, con una utilización de madera que aumentó de 23 a 32 millones de m³, manteniendo en promedio 130.000 empleos directos (INFOR, 2006).

Considerando el gran impacto que tiene el sector sobre la economía de este país y el tiempo de maduración que se requiere para lograr un adecuado desarrollo de la masa forestal, resulta vital llevar un adecuado proceso de planificación de las actividades que se efectúan durante toda la extensión del ciclo económico forestal.

Es así como en el año 1997 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) dio a conocer el “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile”, realizado en conjunto con la Comisión Nacional de Medioambiente (CONAMA) y las Universidades Austral, Católica de Chile y Católica de Temuco. Mediante este estudio, se pudo recopilar información detallada y hasta ese momento desconocida sobre el uso de los suelos en el territorio nacional. Desde 1999 a la fecha, la Teledetección espacial, a través del análisis multitemporal de imágenes satelitales, está siendo utilizada como herramienta de actualización de este catastro, como parte del proyecto “Establecimiento de un sistema de seguimiento y monitoreo del estado de conservación de las formaciones vegetales naturales” (CONAF y CONAMA, 2002).²

Finalmente cabe mencionar que a nivel mundial se está implementando la organización y estructuración de la información de cualquier temática por medio de herramientas SIG y geomática con el fin de conocer el estado actual de sus empresas, recursos y lo que a futuro se pueda visualizar o proyectar. Para el caso del sector forestal en países europeos y asiáticos se tiene conformada tecnología para la administración de aprovechamientos y seguimiento en la siembra y crecimiento de plantaciones.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta el panorama descrito en la descripción del problema, el escenario que se visualiza del sector forestal comercial, se encuentra bastante disgregado, producto de la falta de planteamiento de políticas de

² MENA, Carlos. Cols. Teledetección y Sig en el Ámbito Forestal: Experiencias en Chile. En: Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. N° 2. (2006) p. ISSN 1808 - 0251

centralización, además de la falta de apoyo económico por parte del estado colombiano para promover este renglón de la economía nacional. La razón anteriormente expuesta y la necesidad de obtener estadísticas homogéneas y sólidas, hacen pertinente la generación de un sistema de información para plantaciones comerciales forestales único, con el que se podrían beneficiar empresas, pequeños productores y consumidores a mediano y corto plazo.

Es evidente que la parte forestal en Colombia posee falencias debido a la falta de constitución de agremiaciones y a la implantación de acuerdos entre productores para generar un sistema de información que permita conocer el estado actual de la superficie nacional plantada, el tipo de especies sembradas, su edad, estado fitosanitario, etc. Información útil para el conocimiento de zonas de abastecimiento, regiones aptas y no aptas para la siembra y la realización de proyecciones económicas con miras a generar mercados competitivos en relación a otros países latinoamericanos que son fuertes y poseen una tradición forestal más arraigada que Colombia.

JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que en países como Chile donde el sector forestal ocupa el 10% de sus exportaciones, en contraposición con Colombia donde el sector forestal participa en el 1,24% del PIB, se hace pertinente impulsar este tipo de investigaciones para tener un panorama real del sector y poder generar planes de desarrollo a largo plazo.

Interactuar y hacer partícipes a las instituciones departamentales y municipales en este tipo de proyectos, es una prioridad para la homogenización de la información y en la generación de espacios de retroalimentación en búsqueda de un beneficio común.

Vincular instituciones, organizaciones departamentales y municipales, teniendo en cuenta que conocen con mayor exactitud las fases operativas del sector y generan resultados más confiables, es uno de los objetivos que a largo plazo se plantean ejecutar con el desarrollo de este tipo de investigaciones; que para ser desarrolladas deben ser planificadas con esquemas metodológicos que ajustarían el sistema de información.

Con el anterior tipo de actividades; se están promoviendo los entes municipales, directos partícipes de estos modelos económicos para que se apropien de su información y recursos, que a futuro pueden servir como herramienta para la generación de planes de manejo, políticas sectoriales y análisis más completos con información adicional de tipo catastral o de infraestructura vial por ejemplo.

De acuerdo con lo anterior, se justifica el presente trabajo, ya que con el desarrollo del mismo, se ayudará a consolidar un sistema de información geográfico que a largo plazo logre fortalecer el sector forestal nacional, sirviendo como herramienta de consulta para todas las instituciones involucradas en este sistema productivo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Generar un esquema metodológico que permita implementar un sistema de información geográfico de Plantaciones Comerciales Forestales, para consolidar un marco de unidades productoras a nivel nacional con información geográfica y alfanumérica que permita la consulta y actualización en tiempos adecuados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar un esquema metodológico para la implementación de un sistema de información geográfico de Plantaciones Comerciales Forestales.
- Determinar las variables que se tendrán en cuenta para la generación de un marco de unidades productoras a nivel nacional.
- Consolidar los modelos conceptual y lógico, para la creación del sistema de información con datos geográficos y alfanuméricos.
- Evaluar el tipo de software y tecnología para el posterior desarrollo físico del sistema de información, que permita la consulta y actualización en tiempos adecuados.

1. MARCO TEÓRICO

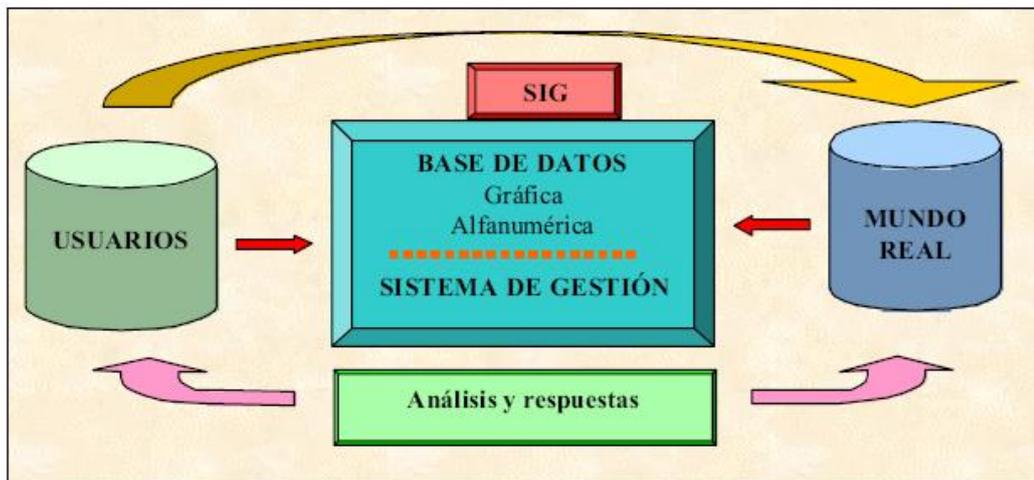
1.1 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se dará una explicación de los temas relacionados con Sistemas de Información Geográfica y el sector forestal comercial.

1.1.1 Sistema de Información Geográfica

Un sistema de información geográfico según una definición expuesta por el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), se define como aquellos sistemas de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, preparados para resolver problemas complejos de planificación y gestión³.

Figura 1. Esquema Conceptual de un SIG



Fuente: Tesis doctoral: Integración de Ortofotografía Digital en Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación a la Revisión de la Superficie Catastral Rústica

³ Tesis Doctoral: Integración de Ortofotografía Digital en Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación a la Revisión de la Superficie Catastral Rústica. Los Sistemas de Información Geográfica. Cap. 3. Universidad Pública de Navarra. Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural.

1.1.1.1 Componentes de un Sistema de Información Geográfico

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema manejador de base de datos (DBMS)
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

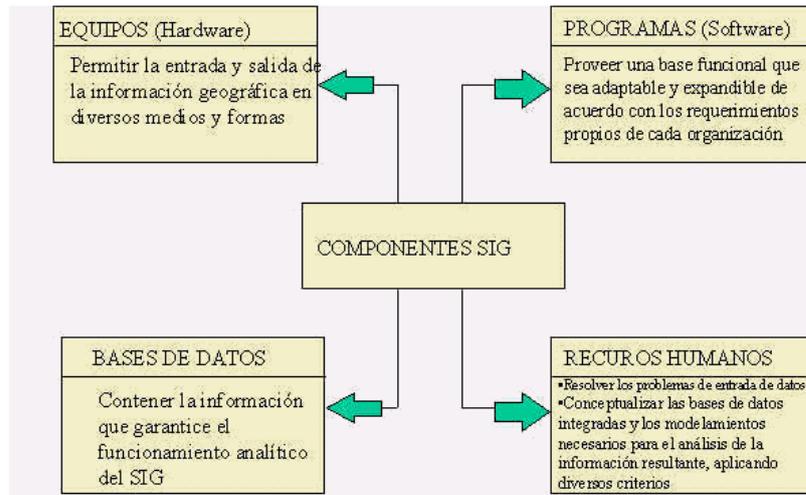
Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización⁴.

⁴ CARMONA A., MONSALVE J. Sistema de Información Geográfica. En Línea. <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>. Citado el 25 de Abril del 2010.

Figura 2. Componentes de un SIG



Fuente: CARMONA A., MONSALVE J. Sistema de Información Geográfica. En Línea. <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>. Citado el 25 de Abril del 2010.

1.1.1.2 Información que se maneja en un SIG

- **Atributos Gráficos:** Son las representaciones de los objetos geográficos asociados con ubicaciones específicas en el mundo real. La representación de los objetos se hace por medio de puntos, líneas y polígonos.
- **No Gráficos o alfanuméricos:** Corresponden a las descripciones, cualificaciones o características que nombran y determinan los objetos o elementos geográficos.
- **Relaciones y agrupaciones entre objetos:** Los objetos se agrupan de acuerdo con características comunes y forman categorías o coberturas. Las agrupaciones son dinámicas y se establecen para responder a las necesidades específicas del usuario. La categoría o cobertura se define como una unidad básica de almacenamiento. Es una versión digital temática en el sentido de contener

información solamente sobre algunos de los objetos: lotes, vías, marcas de terreno, hidrografía, curvas de nivel. En una categoría se presentan tanto los atributos gráficos como los no gráficos.

Para relacionar objetos, a un objeto gráfico se le define a través del software un número clave de identificación, del mismo modo, a la componente alfanumérica, también se le define el mismo identificador, de tal forma que al interior del sistema se establece una relación entre los dos componentes.⁵

1.1.1.3 Base de datos espacial

Una base de datos espacial es un arreglo ordenado de datos georreferenciados relacionados entre sí, clasificados y agrupados según sus características; bajo control de redundancias e integrados para el desarrollo de aplicaciones y análisis sobre la información.

Un Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD) es un programa o conjunto de aplicaciones para almacenar, manipular y recuperar información en una BD. Muchos de los SMBD operan en un lenguaje común como el SQL. Entre los principales programas de bases de datos integradas a los SIG figuran ORACLE, INFORMIX, SQL SERVER Y MS ACCESS.

Funciones Típicas:

- Lectura: Los SMBD deben permitir la lectura e incorporación de datos, independiente de la versión utilizada.

⁵ <http://exp-grafica.uma.es/Profesores/www-jrad/document/gis/sig.pdf>

- Manipulación y Actualización: Los SDBD deben permitir atender las solicitudes del usuario para EXTRAER, CAMBIAR, ADICIONAR Y ACTUALIZAR datos a la BD.
- Independencia de los datos: Los sistemas actuales permiten aislar al usuario de la complejidad del almacenamiento físico de los datos.
- Control de Integridad: No deben haber inconsistencias respecto a la definición y dominios en la estructura de las tablas. ej. el área de una vereda es una expresión numérica (Number) y no textual (String). ej. el valor edad no puede ser negativo.
- Control de Redundancias: Minimizar los datos repetidos. Esto facilita la actualización ya que si hay datos repetidos habrá que modificarlos donde cada uno este. Si datos repetidos no se actualizan simultáneamente se generarán inconsistencias y se dice que la BD estará corrupta.
- Diccionario de datos: Los SDBD deben incluir una función de diccionario de datos donde se relacione información explicativa acerca de los datos con sus definiciones.
- Metadatos: Los datos sobre los datos son los METADATOS. Corresponden a una gran ficha donde se describen la identificación, calidad, distribución y otra información relevante de un conjunto de datos.
- Sincronización: Una BD puede ser usada por dos usuarios al tiempo y es necesario prevenir que se pueda modificar un mismo registro al simultáneamente. Cada usuario debe percibir en tiempo real los arreglos incorporados por el otro usuario.

- Seguridad: Se necesita un administrador (una persona /organización/software) que le brinde al sistema diferentes procesos para proteger la información y dar a los usuarios diferentes niveles de acceso.⁶

1.1.1.4 Captura de la información

Modelo conceptual

Se trata de obtener el esquema conceptual de la base de datos a partir de la lista descriptiva de objetos y asociaciones identificadas en la organización durante el análisis.

El Modelador debe asegurar la representación formal de los fenómenos; es decir, realizar su Modelización. Esta Modelización debe conservar la semántica de lo real expresado en la lista y descripción de los objetos y asociaciones y traducirla en forma no redundante.

Esta Modelización se debe realizar en varias etapas. Luego de cada etapa se realiza una "depuración" de la etapa precedente. Todas las etapas se apoyan sobre el mismo modelo: el modelo relacional introducido en el universo de la estructuración de datos por E. F. Codd. Esquemáticamente, el proceso de conceptualización lleva a elaborar varias colecciones de esquemas de relaciones que deben traducirse de la manera más sintética incluyendo la representación de los objetos y asociaciones que constituyen la realidad organizacional (modelo entidad-relación).

⁶ <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/bd.htm#smbd>

El modelo está basado sobre el concepto de relación introducido por la teoría del álgebra relacional. El concepto de relación no es nuevo, ha sido formulado teóricamente hace muchos años. El aporte de E. F. Codd ha sido de mostrar cómo es posible de aplicar la teoría matemática de las relaciones a la Modelización de los fenómenos reales por datos estructurados y de explotar ciertas propiedades formales de las relaciones para llegar a una estructuración considerando las cualidades de coherencia y no redundancia.

La propuesta relacional se basa en la hipótesis que cada fenómeno del mundo real puede ser descrito por una relación⁷.

Modelo Lógico

Una vez definido el modelo conceptual esquematizado por el modelo E-R (entidad-relación) se procede a elaborar el modelo lógico que expresa el diseño de las tablas asociadas a cada entidad. El modelo lógico típico suele describir los siguientes ítems para cada uno de los campos de atributos:

- Nombre del campo (título de la columna): generalmente se usa una expresión corta (hasta 10 dígitos) aunque en las bases de datos se puede usar luego un Alias para escribir títulos de columnas más extensos Cuando un campo se refiere a códigos suele emplearse la expresión ID (identificador). Ej. ID_Arbol, ID_Manzana (código de árbol, código de manzana, etc).
- Llave: si es el código principal que diferencia a los objetos de la tabla se denomina LLAVE PRIMARIA (PK) En ocasiones los códigos de ciertos objetos ya están definidos por alguna entidad Estatal (por ejemplo códigos DANE, Catastrales para municipios etc). Si van códigos que conducen o se explican en otra tabla, la

⁷ <http://www1.inei.gov.pe/biblioinei/pub/bancopub/Inf/Lib5011/cap2-3.htm>

columna se denomina LLAVE FORÁNEA (FK) Una tabla puede tener cuantas FK sean necesarias o no tener ninguna.

- Tipo de campo: Numero (number), Texto (String o Character), Fecha (Date), booleano (V o F) Campos con valores que combinan números y letras son también del tipo texto.
- Longitud Máxima: Numero de caracteres suficientes para que se puedan insertar datos en esa columna (incluyendo espacios y puntos decimales).
- Unicidad: Indica la exclusividad o no de los valores del campo.
- Obligatoriedad: Si tiene o no que ir un dato en el campo.
- Dominio: Rango o conjunto de valores posibles para una columna. Pueden haber dominios muy bien definidos (por ejemplo sexo: masculino, femenino) o muy abiertos (por. ej. nombres de personas).
- Descripción: Descripción sobre en qué consiste el dato que se debe llenar en cada columna. La descripción es útil en la medida que muchas veces el solo titulo de un campo no es suficiente para entender que datos son los que allí se con consignan.⁸

Modelo Físico:

Corresponde a la implementación de la base de datos espacial en un programa o software específico. Las especificaciones dependen del tipo de software utilizado.

⁸ http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/m_logico.htm

El modelo físico incluye la base de datos:

- Espacial
- Imágenes (Ej. Imágenes fotográficas, de satélite, aerofotografías, esquemas)
- Complementarias a las imágenes (Ej. Archivos de texto)
- Información descriptiva de los objetos (Ej. Diccionario de Datos, Metadatos)

1.1.2 Plantación Comercial Forestal

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras.

Precisamente, ese objetivo es el que también permite determinar la densidad de siembra, los rendimientos y los costos que implicará la plantación, junto con la selección de las especies más adecuadas y su programación para la producción. Pero, para que todo esto sea posible, es indispensable realizar un estudio previo y cuidadoso de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar su éxito.⁹

La FAO define a “las plantaciones forestales” como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o indígenas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0.5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10 por ciento de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m.

⁹ TRUJILLO, Enrique. Plantación Forestal: Planeación para el éxito. En: Revista MM.

Según la Organización Internacional de Maderas Tropicales (1994), las plantaciones forestales cumplen muchas de las funciones productivas y protectoras que realizan los bosques naturales, pero no todas. Correctamente diseñadas e implementadas, pueden ayudar a combatir la desertificación y la erosión de los suelos, satisfaciendo al mismo tiempo las demandas de maderas leña, pulpa, postes y otros productos y servicios del bosque (Protección, económica y social).¹⁰

1.1.3 Software ER/studio

ER/Studio está equipado para crear y manejar diseños de bases de datos funcionales y confiables. Ofrece fuertes capacidades de diseño lógico, sincronización bidireccional de los diseños físicos y lógicos, construcción automática de bases de datos, documentación y fácil creación de reportes.

ER/Studio ofrece las siguientes funcionalidades:

- Capacidad fuerte en el diseño lógico.
- Sincronización bidireccional de los diseños lógico y físico.
- Construcción automática de Base de Datos.
- Reingeniería inversa de Base de Datos.
- Documentación basada en HTML.
- Un Repositorio para el modelado.¹¹

1.1.4 Software Arcgis

ArcGIS™ es un sistema de información geográfica (SIG) integrado que consiste en tres partes claves:

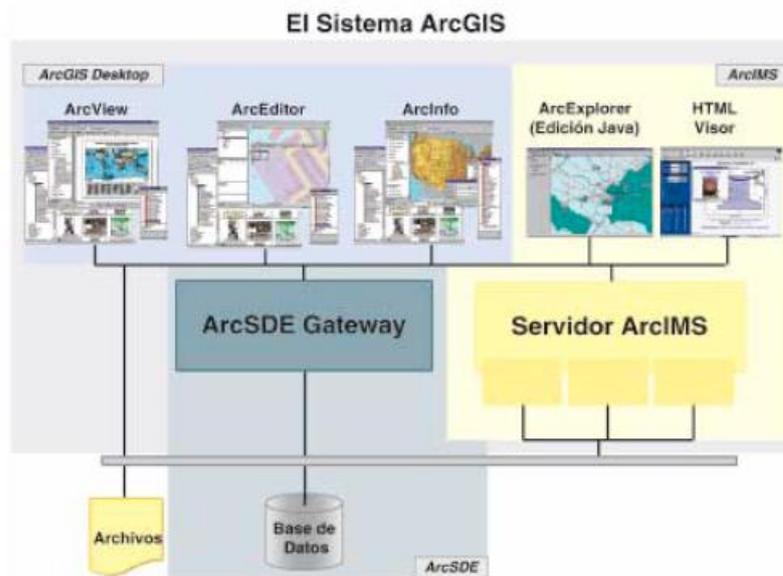
¹⁰ VÁZQUEZ AGUIRRE, Raúl. Introducción y Análisis en la Temática de Plantaciones Forestales en el Departamento de Santa Cruz. En línea. http://ciatbo.org/documentos/introduccion_analisis_tematica_plantaciones_dpto_santa_cr_uz.pdf. Citado el 25 de Abril del 2010

¹¹ ALVARADO, Pedro. Universidad Católica de Honduras.

- El *software* ArcGIS Desktop es un conjunto integrado de aplicaciones SIG avanzadas.
- El ArcSDE™ Gateway es una interfaz para administrar las *geodatabase* (forma corta para base de datos geográfica) en un sistema de administración de bases de datos (DBMS).
- El *software* ArcIMS es un SIG orientado al Internet para distribuir datos y servicios.

ArcGIS proporciona un marco para implementar SIG para un usuario individual o para muchos usuarios. ArcGIS se puede extender con *software* adicional, tal como ArcPad™ para dispositivos Windows® CE.¹²

Figura 3. Sistema Arcgis



Fuente: ESRI, 2002

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada se basa en el planteamiento de un esquema metodológico para la implementación del Sistema de Información

¹² ESRI. ¿Que es Arcgis?. New York. USA. 2002. 6p.

Geográfico de Plantaciones Forestales Comerciales por medio del cual se establecen las actividades y procedimientos para unificar y sistematizar la información a nivel nacional con la definición de las variables básicas que se tienen en cuenta para evaluar el estado del sector forestal comercial; que consiste en conocer superficies plantadas, cantidad de rodales, especies, edades, tipos de aprovechamientos, etc.. En segundo lugar se hace una conceptualización de las variables en estudio y se diseña una encuesta para la captura de información en campo.

Se generó también una metodología para el levantamiento en campo de rodales con GPS.

Como siguiente fase se procede a realizar modelos conceptuales y lógicos para relacionar las variables que se tuvieron en cuenta para evaluar al sector forestal mediante el software ER/studio y la estructuración de la geodatabase por medio del software arcgis.

Finalmente se procedió a evaluar el posible sistema informático a utilizar por medio de una matriz, la cual contiene todos los criterios de selección que se adaptan a las necesidades informacionales, y que incluyen criterios de evaluación tecnológica; donde se establecen las condiciones sustentadas para la posible elección.¹³

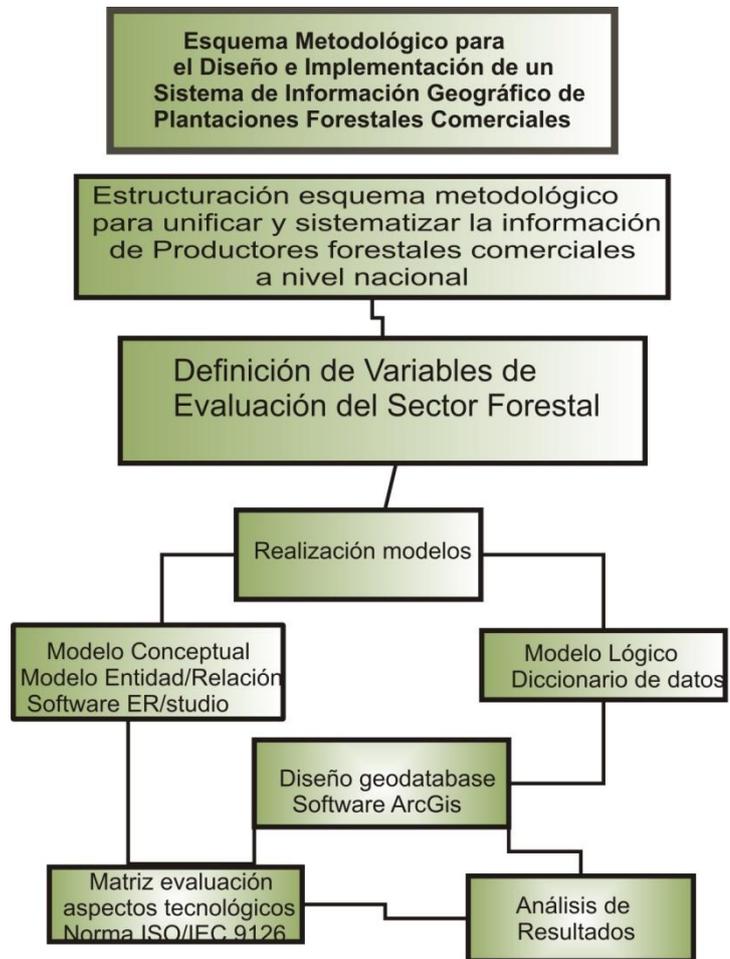
La valoración de los diferentes tipos de software y herramientas tecnológicas que se pueden implementar se realizó con base en la norma ISO/IEC 9126, este estándar describe 6 características generales: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

A continuación se muestra un diagrama de procesos con cada una de las actividades ejecutadas en este proyecto:

¹³ SÁNCHEZ, Edgar. Una Metodología Sistémica para la implantación de sistemas de Información Geográficos. Caracas. Venezuela.

2.1 DIAGRAMA DE PROCESOS

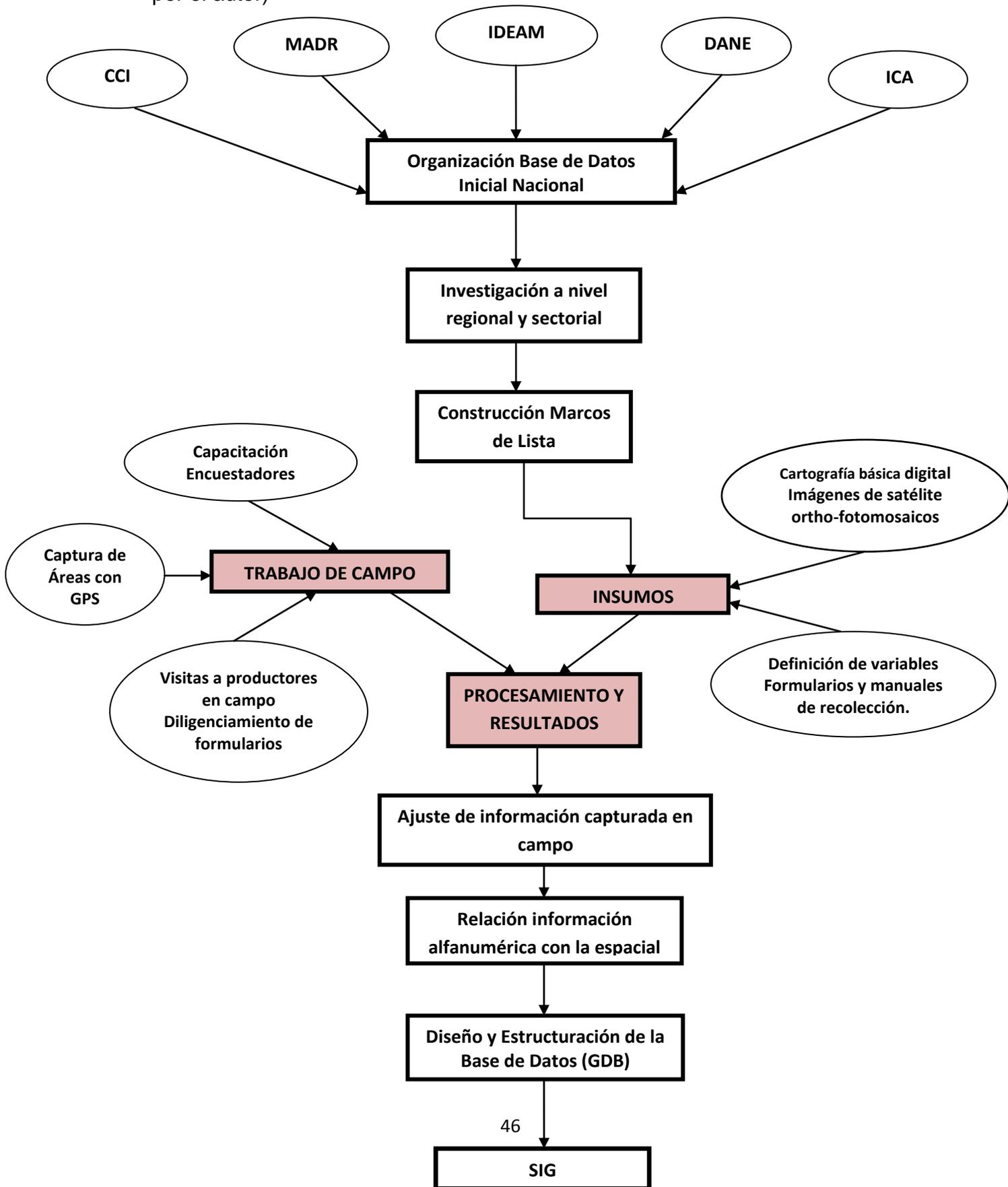
Figura 4. Diagrama de Procesos



Fuente: Elaborado por el autor

2.2 ESQUEMA METODOLÓGICO (Enlace Información alfanumérica con la Espacial)

Figura 5. Metodología completa para la Ejecución del Sistema de Información de Plantaciones Comerciales Forestales (Fuente: Elaborado por el autor)



Este flujograma de procesos define cada una de las actividades, información e insumos de tipo tecnológico que se requieren para organizar el Sistema de Información.

Desde la investigación a nivel interinstitucional para consolidar los marcos de lista, la recopilación de insumos, el diseño de formatos de recolección y definición de variables, la realización de capacitaciones para la ejecución del trabajo en campo, hasta finalizar con el procesamiento de la información y la estructuración del sistema de información.

2.3 DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CAPTURA EN CAMPO DE VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL SECTOR FORESTAL COMERCIAL

El objetivo principal para evaluar el sector forestal comercial es actualizar un listado de productores con plantaciones forestales comerciales (Marco de lista), georreferenciando el área plantada y evaluando variables que permitan realizar posteriores análisis a nivel Nacional, Departamental y Municipal.

Para ello se debe realizar un trabajo de campo que consiste en la visita directa a las plantaciones forestales comerciales registradas en el marco de lista, realizando el diligenciamiento de formularios (encuesta), donde se hace referencia a las variables básicas que se constituyen como punto de partida para la profundización de estudios, actualización y medición de áreas por medio de dispositivos GPS, con el propósito de que la información este georreferenciada a través de puntos, polígonos y líneas.

La unidad mínima a encuestar es el rodal; área continua con una cantidad de individuos uniformemente sembrados, con una variación de edades como máximo de 1 año entre individuos, de una sola especie, con un área superior o igual a 1 ha. Esta unidad se encuentra sometida también a la encuesta de productores.

2.3.1 Universo de Estudio

Corresponde a la superficie de bosque plantado y los productores asociados a ellas a nivel veredal, municipal, departamental y nacional.

2.3.2 Unidad de Observación

Es la unidad productora, finca, terreno o superficie con actividad forestal comercial, bajo la responsabilidad de un mismo productor.

A su vez cada unidad productora está compuesta por uno o varios rodales; áreas continuas sometidas a la siembra de especies forestales sometidas a ciertas condiciones de manejo y aprovechamiento.

2.3.3 Cobertura geográfica

Los Municipios a nivel Nacional en donde se realice actividad forestal comercial, cumpliendo con las características anteriormente mencionadas.

2.3.4 Variables a ser estudiadas

- Área de plantación: Medida en Ha.
- Cantidad de rodales por finca
- Especie: Nombre común y científico.
- Forma de siembra: Rectangular, cuadrada o a tres bolillos.
- Tipo de plantación: Plantación pura, agroforestal, agrosilvopastoril.
- Número total de plantas.
- Distancia de siembra entre surcos: Metros
- Edad: Años
- Procedencia de la semilla o plántulas con las que se estableció la plantación: Empresa o entidad que posee fuentes semilleras o las comercializa.

- Estado Fitosanitario: Plagas o enfermedades que afectan la plantación.
- Área aprovechada: Ha
- Tipo de producto: Madera rolliza, aserrada, pulpa, otro.
- Producción obtenida de raleos y entresacas: Tipo de producto y volumen aprovechable (metros cúbicos).

2.3.5 Diseño formulario de recolección

Figura 6. Formulario de Recolección Parte 1

 <small>CCI</small> <small>Centro de Investigación Científica</small> <small>Desarrollo a Colombia por el mundo</small>	SERVICIO DE INFORMACION AGROPECUARIA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRODUCTORES FORESTALES COMERCIALES				 <small>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</small> <small>República de Colombia</small>
	FORMATO	FTRF01	VERSION: 1	FECHA: 2010-06-30	

8.2.1.2 DATOS DEL ENCUESTADO	8.2.1.1 Número del Productor según mareo de lista
------------------------------	---------------------------------------------------------

ENCUESTADO: _____

RELACIÓN DEL ENCUESTADO CON EL PRODUCTOR: _____

8.2.1.3 DATOS DEL PRODUCTOR

NOMBRE DEL PRODUCTOR: _____ NIT O C.C. _____

DIRECCIÓN: _____ TELÉFONO: _____ CORREO ELECTRÓNICO: _____

FUENTE DE FINANCIACIÓN: PRIVADA: _____ PÚBLICA: _____ MIXTA: _____

NOMBRE DE LAS FUENTES DE FINANCIACIÓN: _____

EN CASO DE QUE LA FUENTE DE FINANCIACIÓN CORRESPONDA AL CIF (CERTIFICADO DE INCENTIVO FORESTAL)
 DILIGENCIAR EL SIGUIENTE ESPACIO N° DE CIF _____

NOMBRE DE LA ASISTENCIA TÉCNICA: _____

8.2.1.4 CONTROL ENCUESTA

FECHA DE RECOLECCIÓN:

AÑO	MES	DÍA

ENCUESTADOR: _____ CÓDIGO: _____

HORA INICIO ENCUESTA: _____ HORA FINALIZACIÓN ENCUESTA: _____

OBSERVACIONES _____

8.2.1.5 DATOS DE LAS FINCA

Número de finca/Total de fincas	Nombre de la finca	Área total sembrada (ha)	Departamento	Municipio	Vereda	Pronóstico de áreas nuevas a sembrar (ha)	Fecha		Especie
							Año	Mes	

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Figura 7. Formulario de Recolección Parte 2

8.2.1.6 DATOS DEL RODAL											
8.2.1.7 EVALUACIÓN DE ÁREAS SEMBRADAS											
DILIGENCIAR ESTA INFORMACIÓN POR CADA RODAL. INDICAR EL ÁREA SEMBRADA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES CALCULADAS CON GPS											
Número de rodal	Especie	Forma de siembra Rectángular (R), Cuadrada (C), a tres bolillos (T)	Tipo de plantación Homogénea o Pura (H), Agroforestal (Ag), Agrosilvopas- toril(S)	Área sembrada tomada en GPS (ha)	Número Total de plantas sembradas	Distancia de siembra entre surcos (m)	Edad (años)	Procedencia de la semilla o plántulas con las que se estableció la plantación	Estado Fitosanitario		
									Plaga o enfermedad que afecta la plantación	Porcentaje de la plantación que a la fecha se encuentra afectada	Porcentaje de mortalidad en el último año transcurrido

8.2.1.8 EVALUACIÓN DE ÁREAS APROVECHADAS						
DILIGENCIAR ESTA INFORMACIÓN POR CADA RODAL. POR FAVOR INDIQUE EL ÁREA APROVECHADA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES PARA EL ÚLTIMO PERÍODO EN EL QUE SE REALIZÓ APROVECHAMIENTO O DE ENERO-DICIEMBRE DE 2010						
Área Aprovechada (ha)	Producto final. Producción obtenida en el último período en el que realizó aprovechamiento (últimos 12 meses) o en el 2010 en metros cúbicos.				Producción obtenida de raleos y entresacas (últimos 12 meses) o en el 2010 en metros cúbicos	
	Madera rolliza	Madera aserrada	Pulpa	Otro	Tipo de producto al que se destina	Volumen aprovechable en (m ³)

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

2.3.5.1 Descripción del Formato de Diligenciamiento

- Primera Parte: Número del Productor según Marco de Lista

En este espacio se diligencia el número de productor que se encuentra numerado en el marco de lista.

El número de productor siempre será de tres dígitos de 001 hasta n.

- Segunda parte: Datos del encuestado

Figura 8. Datos del Encuestado

8.2.1.2 DATOS DEL ENCUESTADO		8.2.1.1 Número del Productor según marco de lista
ENCUESTADO:	_____	
RELACIÓN DEL ENCUESTADO CON EL PRODUCTOR:	_____	

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Encuestado: Es la persona a la que se le realizan las preguntas, al realizar el trabajo de campo. En el caso de que el dueño de la plantación no se encuentre, la encuesta se realiza a la persona directamente encargada de la plantación o rodal con su respectivo número de identificación o cédula.

Relación del encuestado con el productor: En este espacio se tiene en cuenta si la persona a la que se le realiza la encuesta es el mismo productor, el administrador, un empleado, el arrendatario o dueño del terreno, familiar del productor, mayordomo, gerente o director, vecino o amigo u otro.

- Tercera Parte: Datos del Productor

Figura 9. Datos del Productor

8.2.1.3 DATOS DEL PRODUCTOR			
NOMBRE DEL PRODUCTOR:	_____	NIT O C.C	_____
DIRECCIÓN:	_____	TELÉFONO:	_____
		CORREO ELECTRÓNICO:	_____
FUENTE DE FINANCIACIÓN:	PRIVADA: _____	PÚBLICA: _____	MIXTA: _____
NOMBRE DE LAS FUENTES DE FINANCIACIÓN: _____			
EN CASO DE QUE LA FUENTE DE FINANCIACIÓN CORRESPONDA AL CIF (CERTIFICADO DE INCENTIVO FORESTAL)			
DILIGENCIAR EL SIGUIENTE ESPACIO		N° DE CIF	_____
NOMBRE DE LA ASISTENCIA TÉCNICA: _____			

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Nombre del productor: Hace referencia a la persona natural o jurídica dueña y responsable de la finca o unidad productora con su respectivo número asignado en el marco de lista y número de identificación o NIT. También con la respectiva dirección, teléfono y correo electrónico.

Fuente de financiación: Se coloca si la fuente de financiación es privada o pública o si el capital de respaldo proviene de ambas opciones, con el respectivo nombre de las entidades.

Si la fuente de financiación corresponde al CIF (Certificado de Incentivo Forestal), se diligencia el número de este certificado, preguntando al encuestado o al productor esta información.

Nombre de la Asistencia Técnica: Se refiere a si la plantación está siendo asistida o posee algún tipo de seguimiento técnico. Para este caso se menciona el nombre de la empresa o entidad.

- Cuarta Parte: Control de la Encuesta

Figura 10. Control de la Encuesta

CONTROL ENCUESTA									
FECHA DE RECOLECCIÓN:	<table border="1"><tr><th>AÑO</th><th>MES</th><th>DÍA</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	AÑO	MES	DÍA					
AÑO	MES	DÍA							
ENCUESTADOR:	_____	CÓDIGO:	_____						
HORA INICIO ENCUESTA:	_____	HORA FINALIZACIÓN ENCUESTA:	_____						
OBSERVACIONES	_____								

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Fecha de recolección: Se diligencia el día, mes y año en que se efectuó la captura de la información.

Encuestador: Se coloca el nombre de la persona que realiza la encuesta con un código identificador. (Este código es vital ya que éste es muy importante al momento de diligenciar el código o ID del rodal en el GPS).

Hora inicio y finalización: Se colocan las horas exactas en las que inicio la encuesta y termino la misma.

Observaciones: Se diligencia las observaciones que el encuestador crea pertinentes durante todo el proceso de encuesta.

- Quinta Parte : Datos de la Finca

Figura 11. Datos de la Finca

8.2.1.5 DATOS DE LAS FINCAS									
Número de finca	Nombre de la finca	Área total sembrada (ha)	Departamento	Municipio	Vereda	Pronóstico de áreas nuevas a sembrar (ha)	Fecha		Especie
							Año	Mes	

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Número y nombre de la finca: Se diligencia el nombre y número de finca teniendo en cuenta: en cada formato se coloca la información por empresa, entidad o productor y cada uno puede tener varias fincas; sin embargo se debe diligenciar un formulario por finca, en el caso de encontrar varias fincas de un mismo productor se debe tener un control del número de fincas de ese productor y diligenciar el formulario en la casilla n° de finca/total de fincas, por productor.

El número de finca consta de dos dígitos de 01 hasta n.

Área total sembrada: Se pregunta al encuestado o al productor si se encuentra el día de la entrevista, el área total de la finca plantada en forestales a la fecha.

Diligenciar el Departamento, Municipio y Vereda en el que se encuentra ubicada la finca o unidad productora, en caso de que ésta se encuentre ubicada en más de una Vereda se deben diligenciar todos los nombres.

Pronóstico: Se pregunta al productor las áreas que tiene proyectadas sembrar durante el siguiente año, así no se trate del año inmediatamente posterior a la realización de la encuesta (este ítem hace referencia a lo

que el productor tiene proyectado plantar a futuro), precisando si es posible el año, mes y la especie.

- Sexta parte: Datos del Rodal

Evaluación de áreas sembradas (esta información se diligencia por rodal)

Figura 12. Datos del Rodal

8.2.1.7 EVALUACIÓN DE ÁREAS SEMBRADAS											
DILIGENCIAR ESTA INFORMACIÓN POR CADA RODAL. INDICAR EL ÁREA SEMBRADA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES CALCULADAS CON GPS											
Número de rodal	Especie	Forma de siembra Rectángulo (R), Cuadrada (C), a tres bolillos (T)	Tipo de plantación Homogénea o Pura (H), Agroforestal (Ag), Agrosilvopastoral (S)	Área sembrada tomada en GPS (ha)	Número Total de plantas sembradas	Distancia de siembra entre surcos (m)	Edad (años)	Procedencia de la semilla o plántulas con las que se estableció la plantación	Estado Fitosanitario		
									Plaga o enfermedad que afecta la plantación	Porcentaje de la plantación que a la fecha se encuentra afectada	Porcentaje de mortalidad en el último año transcurrido

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Número de rodal: Consta de dos dígitos empezando desde 01.

La persona que realice la encuesta en campo debe tener en cuenta que para la presente investigación el rodal forestal comercial está definido por un área continua dedicada a la producción de una especie forestal comercial, plantada en un rango de edad no superior a un año entre individuos.

En una finca pueden existir un número indeterminado de rodales o lotes siempre que cumplan con las características anteriormente mencionadas.

Cuando las plantaciones estén separadas por un río, vías departamentales o municipales así tengan el mismo año de plantación y la misma especie, se generan rodales diferentes.

Se debe tener en cuenta que en el momento de medir el área del rodal en el GPS, el polígono debe quedar codificado de la siguiente manera:

Código encuestador	Num. Productor	Num. Finca	Num. Rodal					
1	2	0	0	1	0	2	0	1

Especie: Se escribe el nombre vulgar de la especie predominante en el rodal. En el caso de especies forestales asociadas se deben señalar cuáles son.

Forma de siembra: Se hace referencia a si la disposición de los individuos es cuadrada, rectangular o a tres bolillos.

Tipo de plantación: Se hace referencia a si es totalmente forestal, agroforestal o si es un sistema agrosilvopastoril.

Área sembrada: En esta casilla se anota el área que se tome con GPS por el recolector, por rodal.

Número total de plantas sembradas: En esta casilla se registra la cantidad de árboles existentes en el rodal, según lo que la persona encuestada o el productor informe acerca de su plantación.

Distancia de siembra entre surcos: El distanciamiento al cual se encuentra sembrado cada individuo dentro del rodal.

Edad: Se registra el número de años desde la fecha de siembra hasta el presente año.

Procedencia de la semilla o plántulas con las que se estableció la plantación: Se menciona la empresa a la cual le compraron las semillas, con las cuales establecieron la plantación. En caso de que no haya sido

por semilla, sino plántulas o estacas, mencionar el vivero o empresa proveedora del material.

Estado Fitosanitario: Se diligencia la plaga o enfermedad; entendiendo como plaga insecto o animal que afecta la plantación y enfermedad hongo, virus o bacterias que disminuye los procesos de crecimiento y metabolismo de la planta.

Se registra también un porcentaje que es estimado por el encuestador, sobre el total del rodal que se encuentre afectado por la plaga o enfermedad.

Adicionalmente se pregunta si la plaga o enfermedad ha provocado bajas dentro de la población y diligenciar el porcentaje de individuos que han muerto en el rodal.

- Evaluación de áreas aprovechadas (esta información se diligencia por rodal):

Figura 13. Datos áreas aprovechadas

Área Aprovechada (ha)	Producto final. Producción obtenida en el último período en el que realizó aprovechamiento (últimos 12 meses) o en el 2010 en metros cúbicos.				Producción obtenida de raleos y entresacas (últimos 12 meses) o en el 2010 en metros cúbicos	
	Madera rolliza	Madera aserrada	Pulpa	Otro	Tipo de producto al que se destina	Volumen aprovechable en (m ³)

Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

Área aprovechada: Se tiene en cuenta las áreas a las que se les haya realizado el último aprovechamiento, ya sea en el 2009 (últimos 12 meses) o si el aprovechamiento fue realizado comenzando el 2010.

Producto final: En cada casilla se diligencia producción en metros cúbicos por rodal destinada a cualquiera de los tipos de producto indicados en el formulario. (Madera rolliza, aserrada, pulpa, otros)

Producción obtenida de raleos y entresacas: Se diligencia el tipo de producto al que se destina y el volumen que de allí se aprovecha, entendiéndose las entresacas como la limpia y saca de individuos (árboles indeseables o para aumentar la distancia entre árboles con el fin de mejorar las condiciones de crecimiento de los individuos óptimos)

Observaciones: Se diligencia cualquier eventualidad que se considere por rodal.

2.3.6 Metodología para la captura de información con Sistemas de Geoposicionamiento Global (GPS)

El navegador GPS (Sistema de posicionamiento global, por sus siglas en inglés) es un equipo remoto que mediante triangulación de señales satelitales permite dar una cobertura total desde el espacio, hacia la superficie terrestre. Entre los usos aplicables del GPS se identifican la medición de distancias y área en terreno, el posicionamiento de lugares específicos, la navegación hacia una posición determinada.

El equipo que se utiliza para la medición de áreas de rodales es un GPS Map 60CSx.

El sistema se configura con las siguientes condiciones:

Tabla 1. Condiciones de configuración GPS

Formato de Posición	Hddd° mm” ss.s
Datum de Mapa	WGS84
Distancia/Velocidad	m/seg
Profundidad	Metro
Presión	Milibares

Fuente: CCI, 2009

2.3.6.1 Procedimiento para la medición de Áreas.

Inicialmente cabe mencionar que la herramienta de Cálculo de área se emplea para recorrer lotes donde se requiere conocer su área, estos pueden ser llamados tracks, trayectos o caminos.

La persona debe encontrarse en los límites del lote o área a medir, preferiblemente en uno de los vértices del mismo.

Antes de hacer la medición, el operador debe revisar la configuración, siguiendo los pasos:

Encender el GPS y esperar a que este obtenga satélites, junto con una precisión inferior a los 10 m, si el equipo no recepciona satélites al cabo de varios minutos realizar el procedimiento descrito en el numeral 8.2.1 respecto a la opción de NUEVA POSICIÓN.

El equipo GPS solo permite guardar hasta 20 lotes medidos, por lo que se recomienda realizar descargas constantes de la información una vez se acerque a este límite, borrando posteriormente del equipo los lotes de manera manual.

Los pasos descritos a continuación describen las actividades que se deben realizar antes de iniciar la medición de área en un lote

determinado, este procedimiento no presenta ningún riesgo para los lotes almacenados en la memoria del equipo GPS.

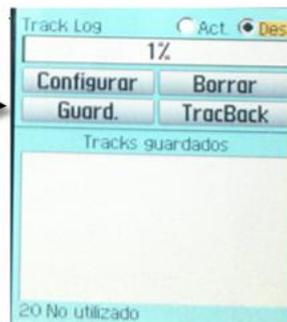
Figura 14. Actividades antes de la medición de áreas

1. Oprima el Botón **Menú** dos veces, hasta que aparezca el Menú Principal, ó el Botón **PAGE** si no lo encuentra en esta página

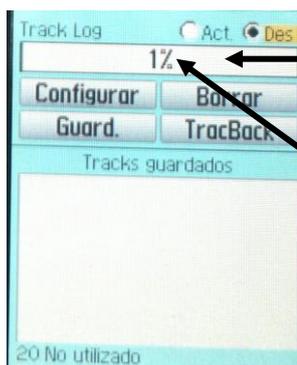


2. Seleccione la opción **Tracks**.

3. Seleccione la opción **Configurar** y posteriormente la opción **Auto**.

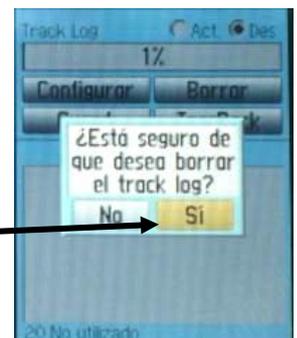


4. Presione el Botón **QUIT** para cambiar la pantalla resultante a la pantalla de **Tracks** nuevamente.



5. Identifique que la opción **Des** se encuentre seleccionada y la Barra

Si la barra de estado no se encuentra en 0%, seleccionar la opción **Borrar**, y seleccionar **Si**.



Pantalla de **Tracks**.

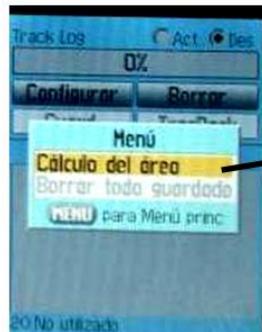
Además de lo anterior se puede utilizar la opción Act. Para comenzar la medición, y una vez finalizado el recorrido se oprime la opción Des. El lote quedará guardado por medio del botón Guard, escribiendo el nombre del

lote correspondiente. Además de este procedimiento se puede realizar el método de Cálculo de área, el cual se mostrará a continuación.

- Método por Cálculo de área

Figura 15. Pasos para el cálculo de área en el dispositivo GPS

1. Estando en la pantalla de **Tracks** oprimir el Botón **Menú** para desplegar una nueva ventana de opciones.



2. Seleccione la opción resaltada **Cálculo de Área**



3. Seleccionar la opción **Iniciar** en el momento de comenzar la medición del área.



4. Seleccione la opción **Deten.**, cuando haya finalizado el recorrido del



Antes de guardar observe el área calculada por el GPS del recorrido.



6. En la ventana que aparece escriba el nombre con el que quiere identificar el área medida, utilizando la ventana alfanumérica.

El procedimiento anterior permite, una vez activada la medición, alternar entre pantallas, ubicando la pantalla de mapas, que con la ayuda de los botones ZOOM se puede apreciar la posición específica dentro del lote y su correspondiente recorrido durante toda la medición; al finalizar la misma, se puede retornar a la página de Tracks y dar por terminado la medición con los pasos anteriores.¹⁴

El identificador del rodal medido tiene la siguiente estructura:

Código del Encuestador: (dos dígitos)

Número del Productor: (de 001 hasta n, según como este designado en el marco de lista)

Número de la Finca: (de dos dígitos empezando en el 01)

Número del rodal: (de dos dígitos empezando en el 01)

Ejemplo:

Tabla 2. Ejemplo Código ID de cada rodal

Código del encuestador	Número del productor	Número de la finca	Número del rodal
12	002	03	12

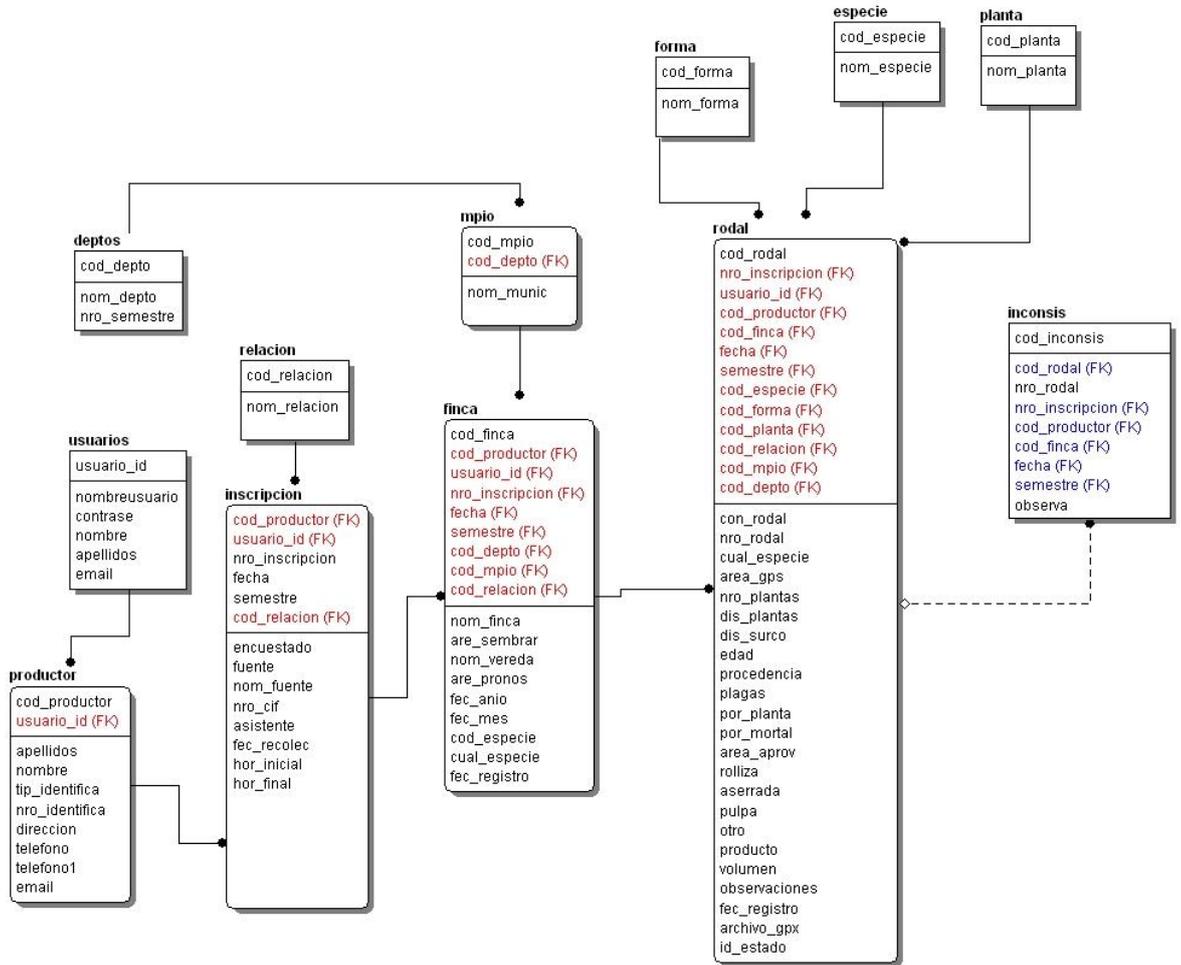
Fuente: Elaborado por el autor

2.4 MODELO CONCEPTUAL

Este modelo se realizó en el software ER/Studio. En el software se ingresaron cada una de las variables y generó el siguiente modelo Entidad/Relación

¹⁴ PEÑUELA, L. Manejo del Sistema de Geoposicionamiento Global GPS. En: Manual de Manejo de Instrumentos de Medición. Encuesta Nacional Agropecuaria CCI. Bogotá. 2009. 31- 39p.

Figura 16. Modelo Entidad Relación



Fuente: Corporación Colombia Internacional (CCI)-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Elaborado por el autor.

2.5 MODELO LÓGICO

2.5.1 Diccionario de Datos

Tabla 3. Campos de la tabla deptos

Campos de la tabla "deptos"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_depto	Int(2)	NOT NULL	Número cod. del Departamento. DANE	Si	No
nom_depto	Varchar(30)	NULL	Nombre del departamento	No	No
Nro_semestre	Int(11)	NULL	Según la fecha en la que se recopile la información	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 4. Campos de la tabla especie

Campos de la tabla "especie"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_especie	Int(11)	NOT NULL	Número especie (Numeración de la especie) Ver anexo 1 Tabla 17	Si	No
nom_especie	Varchar(90)	NOT NULL	Nombre de la especie forestal	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 5. Campos de la tabla finca

Campos de la tabla "Finca"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_finca	Int(11)	NOT NULL	Número de finca por productor	Si	No
cod_productor	Int(11)	NOT NULL	Número de productor según marcos de lista	Si	Si
usuario_id	Int(11)	NOT NULL	Número identificador del recolector	Si	Si
nro_inscripcion	Int(11)	NOT NULL	Hace referencia a los ítems que se tienen en cuenta en el encabezado de la encuesta	Si	Si

nom_finca	Varchar(100)	NOT NULL	Nombre de la Finca	No	No
fecha	Int(11)	NOT NULL	Control del momento del año en el que se realiza la encuesta, teniendo en cuenta si es en el semestre 1 o 2 del año.	Si	Si
semestre	int(11)	NOT NULL	Control del momento en el año en el que se realiza la captura	Si	Si
are_sembrar	decimal(10,2)	NOT NULL	Área total sembrada de la finca en forestales	No	No
cod_depto	int(11)	NOT NULL	Código del departamento (Según DANE)	Si	Si
cod_mpio	int(11)	NOT NULL	Código del Municipio	Si	Si
nom_vereda	varchar(100)	NOT NULL	Nombre de la Vereda	No	No
are_pronos	decimal(10,2)	NULL	Área del pronóstico	No	No
fec_anio	int(11)	NULL	Año del pronóstico	No	No
fec_mes	int(11)	NULL	Mes del pronóstico	No	No
cod_especie	int(11)	NULL	Número especie (Numeración de la especie) Ver anexo 1 Tabla 17	No	No
cual_especie	varchar(100)	NULL	La especie que se sembrará en el pronóstico	No	No
fec_registro	timestamp	NOT NULL	Fecha del momento en que se ingresa al sistema.	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 6. Campos de la tabla Forma

Campos de la tabla "Forma"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_forma	Varchar(1)	NOT NULL	Hace referencia a la codificación de la forma de la plantación. Ver Anexo 1. Tabla 18	Si	No
nom_forma	Varchar(20)	NOT NULL	Es el nombre de la forma.	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 7. Campos de la Tabla Inconsist

Campos de la tabla "Inconsist"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_inconsist	Int(10)	NOT NULL	Consecutivo de las inconsistencias que se puedan presentar	Si	No
cod_rodal	Int(10)	NOT NULL	Consecutivo general	No	Si
nro_rodal	Int(10)	NOT NULL	Consecutivo por productor y finca	No	No
nro_inscripcion	Int(10)	NOT NULL	Son todos los ítems que se tienen en cuenta en el encabezado de la encuesta	No	Si
cod_productor	Int(11)	NOT NULL	Número de productor según marcos de lista	No	Si
cod_finca	Int(11)	NOT NULL	Número de finca por productor	No	Si
fecha	Int(11)	NOT NULL	Control del momento del año en el que se realiza la encuesta, teniendo en cuenta si es en el semestre 1 o 2 del año.	No	Si
semestre	int(11)	NOT NULL	Control del momento en	No	Si

			el año en el que se realiza la captura		
observa	mediumtext	NULL	Descripción de la razón de la inconsistencia	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 8. Campos de la Tabla Inscripción

Campos de la tabla "Inscripción"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_productor	Int(10)	NOT NULL	Número de productor según marco de lista	Si	Si
usuario_id	int(10)	NOT NULL	Número identificador del recolector	Si	Si
nro_inscripcion	int(11)	NOT NULL	Hace referencia a los ítems que se tienen en cuenta en el encabezado de la encuesta	Si	No
fecha	int(10)	NOT NULL	Control del momento del año en el que se realiza la encuesta, teniendo en cuenta si es en el semestre 1 o 2 del año.	Si	No
semestre	int(10)	NOT NULL	Control del momento en el año en el que se realiza la captura	Si	No
encuestado	varchar(100)	NOT NULL	Nombre de la persona que se encuesta	No	No
cod_relacion	int(11)	NOT NULL	código de la clasificación según el tipo de relación entre el encuestado y el productor.	Si	No
fuelle	enum('P', 'U', 'M')	NOT NULL	Según sea privada, Mixta o pública	No	No
nom_fuelle	varchar(100)	NULL	Nombre de la fuente de financiación	No	No
nro_cif	varchar(30)	NULL	Número del certificado	No	No
asistente	varchar(100)	NULL	Nombre asistencia técnica	No	No
fec_recolec	date	NULL	Fecha de recolección	No	No
hor_inicial	time	NULL	Hora de inicio	No	No
hor_final	time	NULL	Hora de Finalización	No	No
observacion	mediumtext	NULL	Observaciones pertinentes	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 9. Campos de la Tabla mpio

Campos de la Tabla "mpio"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_mpio	int(11)	NOT NULL	Cod. Municipio	Si	No
cod_depto	int(11)	NOT NULL	Cod. Departamento(DANE)	Si	Si
nom_munic	varchar(50)	NOT NULL	Nombre Municipio	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 10. Campos de la Tabla planta

Campos de la Tabla "Planta"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_planta	Varchar(2)	NOT NULL	Cod. Plantación según sea homogénea, Agroforestal o Agrosilvopastoril	Si	No
nom_planta	Varchar(20)	NOT NULL	Si es homogénea, Agroforestal o Agrosilvopastoril	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 11. Campos de la Tabla productor

Campos de la tabla "Productor"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_productor	Int(10)	NOT NULL	Número de productor según marco de lista	Si	No
apellidos	varchar(30)	NULL	Apellidos productor	No	No
nombre	varchar(30)	NULL	Nombres productor	No	No
tip_identifica	varchar(1)	NULL	Tipo identificación	No	No
nro_identifica	varchar(40)	NULL	Número identificación	No	No
direccion	varchar(100)	NULL	Dirección de la unidad productora o finca o del productor	No	No
telefono	varchar(20)	NULL		No	No
telefono1	varchar(20)	NULL		No	No
usuario_id	int(11)	NULL	Numero identificador del recolector	Si	Si
email	varchar(100)	NULL		No	No
apellidos	varchar(30)	NULL	Apellidos recolector	No	No
nombre	varchar(30)	NULL	Nombre recolector	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 12. Campos de la tabla relación

Campos de la Tabla "relación"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_relacion	Int(11)	NOT NULL	Codificación de la cantidad de vínculos que pueden existir entre el encuestado y el productor	Si	No
nom_relacion	Varchar(50)	NOT NULL	Nombre de la relación	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 13. Campos de la Tabla rodal

Campos de la Tabla "rodal"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
cod_rodal	Int(11)	NOT NULL	Consecutivo general	Si	No
nro_inscripcion	int(11)	NOT NULL	Hace referencia a los ítems que se tienen en cuenta en el encabezado de la encuesta	Si	Si
usuario_id	int(11)	NOT NULL	Numero identificador del recolector	Si	Si
cod_productor	int(11)	NOT NULL	Número de productor según marco de lista	Si	Si
cod_finca	Int(11)	NOT NULL	Número de finca por productor	No	Si
fecha	int(10)	NOT NULL	Control del momento del año en el que se realiza la encuesta, teniendo en cuenta si es en el semestre 1 o 2 del año.	Si	Si
semestre	int(10)	NOT NULL	Control del momento en el año en el que se realiza la captura	Si	Si
cod_relacion	int(11)	NOT NULL	código de la clasificación según el tipo de relación entre el encuestado y el productor.	Si	Si
cod_mpio	int(11)	NOT NULL	Cod. Municipio	Si	Si
cod_depto	int(11)	NOT NULL	Cod. Departamento(DANE)	Si	Si
con_rodal	int(11)	NOT NULL	Histórico (en caso de que el mismo rodal se mida en tiempos diferentes)	No	No
nro_rodal	int(11)	NOT NULL	Consecutivo por productor y finca	No	No
cod_finca	int(11)	NOT NULL	Número de finca por	No	No

		NULL	productor		
fecha	int(11)	NOT NULL	Control del momento del año en el que se realiza la encuesta, teniendo en cuenta si es en el semestre 1 o 2 del año.	No	No
semestre	int(11)	NOT NULL	Control del momento en el año en el que se realiza la captura	No	No
cod_especie	int(11)	NOT NULL	Número especie (Numeración de la especie) Ver anexo 1 Tabla 17	Si	Si
cual_especie	varchar(100)	NULL	La especie que se sembrará en el pronóstico		
cod_forma	varchar(1)	NOT NULL	Hace referencia a la codificación de la forma de la plantación. Ver Anexo 1. Tabla 18	Si	Si
cod_planta	varchar(2)	NOT NULL	Cod. Plantación según sea homogénea, Agroforestal o Agrosilvopastoril	Si	Si
area_gps	decimal(10,2)	NOT NULL	Valor de la medición con gps del rodal	No	No
nro_plantas	int(11)	NOT NULL	Número total de plantas en el rodal	No	No
dis_plantas	decimal(10,2)	NOT NULL	Distancia entre plantas	No	No
dis_surco	decimal(10,2)	NOT NULL	Distancia entre surcos	No	No
edad	decimal(10,2)	NOT NULL	Años desde la fecha de establecimiento	No	No
procedencia	varchar(100)	NULL	Vivero de donde proviene el material	No	No
plagas	varchar(100)	NULL	Enfermedades	No	No
por_planta	int(11)	NULL	Porcentaje de la plantación afectada	No	No
por_mortal	int(11)	NULL	Porcentaje de mortalidad	No	No
area_aprov	decimal(10,2)	NULL	Áreas aprovechadas	No	No
rolliza	decimal(10,2)	NULL	Tipo de producto	No	No
aserrada	decimal(10,2)	NULL	Tipo de producto	No	No
pulpa	decimal(10,2)	NULL	Tipo de producto	No	No
otro	decimal(10,2)	NULL	Tipo de producto	No	No
producto	varchar(100)	NULL	Tipo de producto	No	No
volumen	decimal(10,2)	NULL	Total producido	No	No
observaciones	mediumtext	NULL	Anotaciones pertinentes	No	No
fec_registro	timestamp	NULL	Fecha de ingreso información	No	No
archivo_gpx	varchar(30)	NULL	Archivo capturado en el GPS	No	No
id_estado	int(11)		El archivo es sometido a revisión : revisado, sin revisar, inconsistente	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

Tabla 14. Campos de la Tabla Usuario

Campos de la Tabla "Usuario"					
NOMBRE	TIPO	NULL?	DESCRIPCIÓN	Es Pk?	Es Fk?
Usuario_id	unsigned	NOT NULL	Identificador o código del usuario	Si	No
nombreusuario	varchar(15)	NOT NULL	Nombre Usuario	No	No
contrase	varchar(40)	NOT NULL	Contraseña	No	No
nombre	varchar(30)	NOT NULL	Nombres	No	No
apellidos	varchar(30)	NOT NULL	Apellidos	No	No
email	varchar(100)	NOT NULL	Dirección electrónica	No	No

Fuente: CCI-MADR, Elaborado por el autor

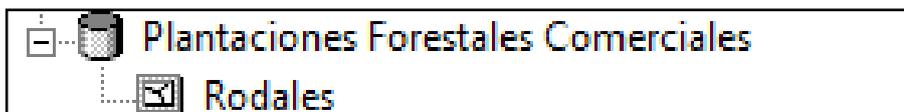
2.5.2 Esquema Base de Datos Geográfico (GDB)

Luego de diseñar los modelos de datos y generar el diccionario de datos geográfico, se procede a la creación de la geodatabase en ArcCatalog. Se parte de la información geográfica organizada en shapes iniciales donde se organiza la información que llega de campo en formatos .gpx, con el objetivo de crear la topología y la capacidad de análisis de la información.

Luego de originarse la geodatabase, se crean datasets, con el criterio de organizar la información por temas o sino el feature class.

Cada feature class que participa de una misma topología debe estar contenido dentro de un mismo dataset y compartir una misma referencia espacial. Se estableció la geometría final de tipo polígono para el feature class y el sistema de referencia; en primer lugar, definiendo la proyección al Sistema de Coordenadas Geográficas WGS_1984, y luego se proyecta al Sistema Magna Colombia Bogotá.

Figura 17. Geodatabase



Fuente: Elaborado por el autor.

2.6 EVALUACIÓN DEL TIPO DE SOFTWARE Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO FÍSICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Tabla 15. Descomposición de la Calidad del Software por ISO 9126-1998

Características y Subcaracterísticas	Descripción
Funcionalidad	Características referentes al logro del propósito básico para el cual se está dirigiendo el software.
Conveniencia	La presencia y la conveniencia de las funciones en un sistema para las tareas especificadas.
Exactitud	Disposición asertiva de los resultados o efectos convenidos
Interoperabilidad	Capacidad del software de obrar recíprocamente con los sistemas especificados
Seguridad	La capacidad de prevenir el acceso desautorizado a los programas y a los datos
Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.
Confiabilidad	Características referentes a la capacidad del software para mantener su nivel de funcionamiento bajo condiciones indicadas por un periodo de tiempo determinado.
Madurez	Cualidades del software ante la frecuencia de fallas o averías.
Tolerancia ante fallas	Capacidad de mantener un nivel especificado de funcionamiento ante fallas en el software o de entradas inesperadas.
Recuperabilidad	Capacidad y esfuerzo para restablecer funcionamientos y recuperar datos, afectados después de posibles fallas.
Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.
Utilidad	Características relacionadas con el esfuerzo para el uso dependiendo del soporte que se pueda brindar a una cierta cantidad de usuarios
Comprensibilidad	El esfuerzo requerido para que un usuario reconozca el concepto lógico y su aplicabilidad
Aprendizaje	El esfuerzo requerido para que un usuario aprenda su uso, operación, entrada y salida
Operabilidad	La comodidad de uso y control de los usuarios
Atracción	La capacidad del software para ser atractivo al usuario
Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.
Eficiencia	Se relaciona con la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados, bajo condiciones indicadas

	Comportamiento en el tiempo	La velocidad de respuesta y los tiempos de transformación y rendimiento de procesamiento en la ejecución de su función
	Utilización del recurso	La cantidad de recursos usados y la duración de tal uso en la ejecución de su función
	Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.
Capacidad de mantenimiento		Se relaciona con el esfuerzo necesario para hacer modificaciones, incluyendo correcciones, mejoras o la adaptación del software a los cambios en el ambiente, requisitos y especificaciones funcionales
	Análisis	Diagnóstico de deficiencias, causas de fallas e identificación de sectores susceptibles a ser modificados.
	Cambio	Esfuerzo que se requiere para el retiro de daños, modificaciones o para cambios de tipo ambiental
	Estabilidad	Riesgo por el efecto inesperado ante modificaciones
	Posibilidad de Prueba	El esfuerzo necesario para validar el software modificado
	Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.
Portabilidad		Se relaciona con la capacidad del software de transferir información a partir de cierta organización o un entorno de soporte físico o informático a otro.
	Adaptabilidad	La oportunidad para su adaptación a diversos ambientes especificados
	Inestabilidad	Necesidad de instalar el software en un ambiente específico
	Coexistencia	Capacidad del software de coexistir con otro software independiente en un ambiente común
	Reemplazabilidad	La oportunidad y el esfuerzo de utilizarlo en lugar del otro software en un ambiente particular
	Conformidad	Adherencia a los estándares, a las regulaciones en leyes y a los protocolos.

Fuente: Norma ISO/IEC 9126

Tabla 16. Matriz Evaluación Software. (Fuente: Elaborado por el autor)

Software	Funcionalidad					Confiabilidad			Utilidad				Eficiencia			Capacidad de Mantenimiento				Portabilidad							
	Conveniencia	Exactitud	Interoperabilidad	Seguridad	Conformidad	Madurez	Tolerancia ante fallas	Recuperabilidad	Conformidad	Comprensibilidad	Aprendizaje	Operabilidad	Atracción	Conformidad	Comportamiento en el Tiempo	Utilización del recurso	Conformidad	Análisis	Cambio	Estabilidad	Posibilidad de Prueba	Conformidad	Adaptabilidad	Inestabilidad	Coexistencia	Reemplazabilidad	Conformidad
Software Libre																											
Linux: Sistema Operativo																											
Kylix : Codificación																											
FirebirdSQL : Motor de Base de datos																											
IBManager . Administrador de la Base de Datos																											
Lenguaje de Programación PHP																											
PostGis (Sistema Gestor de Bases de Datos)																											
GRASS (Software SIG)																											
gvSIG (Software SIG)																											
Software Licenciado																											
Windows: Sistema Operativo																											
ArcGis (Software SIG)																											
ArcSDE (Servidor de aplicaciones que facilita el almacenamiento y la Gestión de datos espaciales)																											
MySQL (Sistema Gestor de Bases de Datos)																											
Oracle Spatial (Sistema Gestor de Bases de Datos)																											

- Puntaje de Valoración del software:

Las casillas blancas dan un puntaje de 0 y las verdes de 1.

Software libre:

Linux (Sistema operativo): 19

Kylix : Codificación: 22

FirebirdSQL : Motor de Base de datos: 22

IBManager : Administrador de la Base de Datos: 22

Lenguaje de programación PHP: 27

PostGis (Sistema Gestor de Bases de Datos): 26

GRASS : 27

gvSIG: 27

Software Licenciado:

Windows: Sistema Operativo: 24

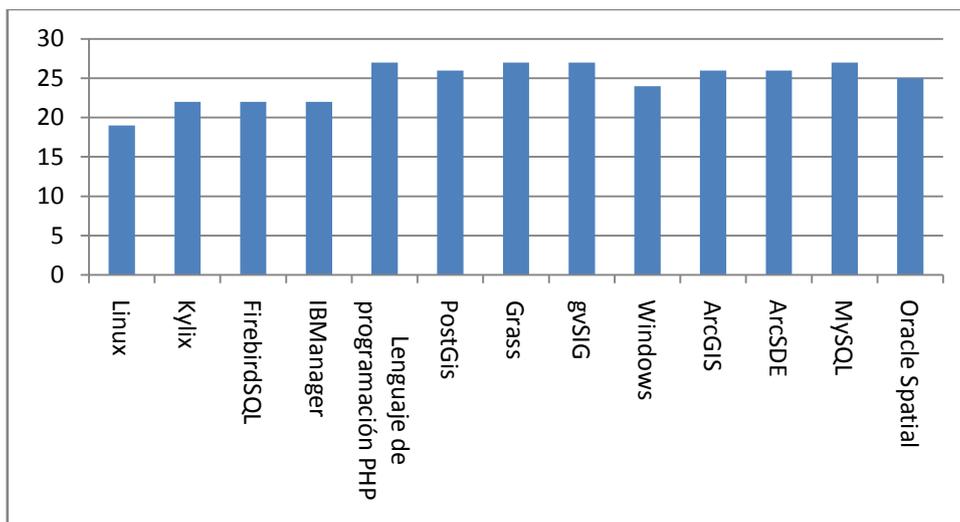
ArcGIS: 26

ArcSDE: 26

MySQL: 27

Oracle Spatial: 25

Figura 18. Escala de puntuación de 1 a 27



Fuente: Elaborado por el autor

Según la figura 18, el software licenciado cumple con la mayoría de las características e ítems planteados por la norma ISO/IEC 9126, en comparación con algunos programas de software libre. Las diferencias residen básicamente en los costos, en la facilidad de instalación y desinstalación en diversos tipos de ambientes, en la disposición del usuario para aprender a manipular el software y en la seguridad de la información.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ESCOGIDAS PARA EVALUAR EL SECTOR FORESTAL COMERCIAL

En primer lugar el diseño del formulario de recolección se enfocó en tres ítems importantes: el productor, la finca y el rodal.

Teniendo en cuenta que el rodal es la unidad mínima de encuesta, es importante que ésta variable sea georreferenciada como polígono, ya que permite tener una visión más amplia de la superficie de ocupación de plantaciones comerciales a nivel nacional.

Por otro lado la encuesta se dirige al productor, pero se diligencia por finca, con el propósito de poder generar un código único que ligue lo que se registre en el formulario, con lo que se capture en GPS, y así en los procesamientos la información se depure con mayor facilidad para ser integrada eficazmente a la geodatabase.

En la parte de la encuesta en la que se consignan datos del productor, se destina un espacio a los Certificados de Incentivo Forestal, ya que en muchas regiones del país se está estimulando a los productores, a plantar especies forestales en sus terrenos con el fin de promover la explotación de madera y al mismo tiempo brindar a sus cultivos agrícolas seguridad y protección; un caso especial es el de los productores de café, los cuales necesitan de una especie forestal para generar sombrío ante las épocas del año donde las estaciones secas se hacen más pronunciadas. También pueden ofrecer un servicio de seguridad a los sistemas agrícolas ya que también evitan la rápida propagación de plagas y enfermedades.

En la parte de evaluación de rodales, es imprescindible tener en cuenta que especie es la que se ha sembrado, la forma y tipo de plantación, con el

propósito de obtener estadísticas relacionadas con lo que el productor o campesino prefiere sembrar, si cultivos homogéneos o agroforestales.

También es importante indicar el número total de plantas sembradas para realizar cálculos con el área que registra el GPS y corroborar en caso que el dueño de la plantación no halla sembrado el área que el CIF halla estipulado, o que la zona donde se realiza la medición se encuentre cubierta de vegetación y esto imposibilite una buena recepción de satélites al equipo de captura móvil.

Otras variables que se contemplan en la encuesta es la procedencia de las fuentes semilleras y el estado fitosanitario de los individuos; la recopilación de esta información es de gran utilidad ya que se pueden realizar proyecciones del estado y afectación de cierta plaga en un espacio geográfico determinado, o simplemente tener presente en qué medida la calidad de la madera se está viendo afectada.

La sección enfocada a evaluación de áreas aprovechadas es una de las más importantes ya que se dirige hacia aquellas plantaciones que poseen un tiempo considerable desde el establecimiento de los individuos hasta la fecha en la que se realiza la encuesta, al mismo tiempo que se están cuantificando tipos de productos y rendimientos según el terreno de ocupación.

3.2 ANÁLISIS DE LOS MODELOS CONCEPTUAL, LÓGICO Y DEL TIPO DE SOFTWARE DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El modelo de datos diseñado para el Sistema de Información de Plantaciones Comerciales Forestales, demuestra las diferentes relaciones existentes entre entidades y atributos que representan las variables consignadas en la encuesta de campo.

Con este tipo de modelos se ha permitido conocer el sistema organizacional de los datos, como se comportan y como se encuentran distribuidos en el diagrama entidad relación.

En el modelo se visualiza que la relación que más predomina es uno a muchos y la presencia de muchas llaves de tipo foráneo, sobretodo en la dependencia de la tabla rodal con finca ya que se tiene en cuenta el productor, municipio, departamento y vereda. Además existe una interrelación con la sección de usuario o encuestador, ya que el código del encuestador hace parte del identificador de cada rodal.

Existen algunos campos que no son obligatorios, ya que depende del estado de la plantación o de la edad de la plantación; por ejemplo en datos de la finca las áreas de pronóstico nuevas a sembrar, ya que no quiere decir que el productor esté dispuesto siempre a establecer nuevos terrenos con forestales. Otro ejemplo hace referencia al estado fitosanitario ya que no siempre el cultivo se encontrará afectado por plagas o enfermo. Y finalmente la evaluación de áreas aprovechadas ya que éstas sólo se reconocen cuando los individuos tengan edades superiores a 10 años.

Los campos que son obligatorios corresponden principalmente al nombre del productor, número de productor, ubicación geográfica de la finca y las variables relacionadas con la especie, edad y condiciones de siembra.

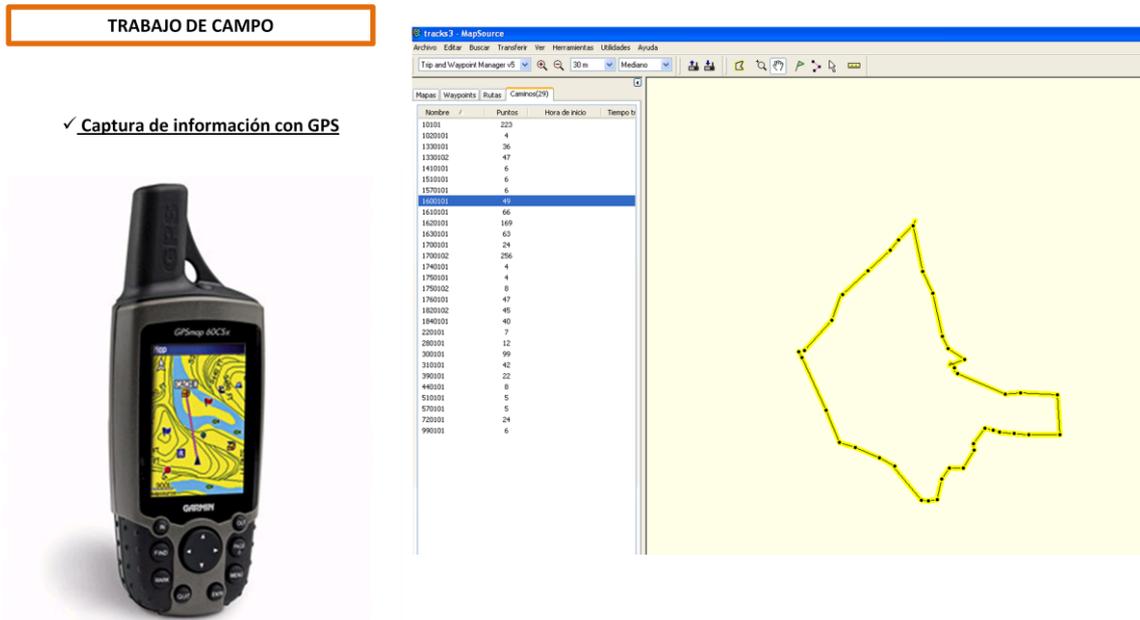
Por otro lado existen relaciones entre tablas que no son obligatorias también, como es el caso de la tabla de inconsistencias, ya que ésta sólo se tiene en cuenta para revisar la calidad de la información que el personal de campo esta capturando y el reporte de revisiones o defectos encontrados.

Finalmente se debe mencionar que el ejercicio de diseñar un modelo conceptual y luego un modelo lógico de datos es de vital importancia para finalmente desarrollar el modelo físico y darle funcionamiento al sistema de información. Sin embargo este modelo físico debe manejarse sobre una plataforma informática que sea eficiente y fácil de consultar por cualquier tipo de usuario.

Por esta razón se procedió a realizar una matriz de evaluación dónde se revisaron ciertas características que califican diversos tipos de software motor

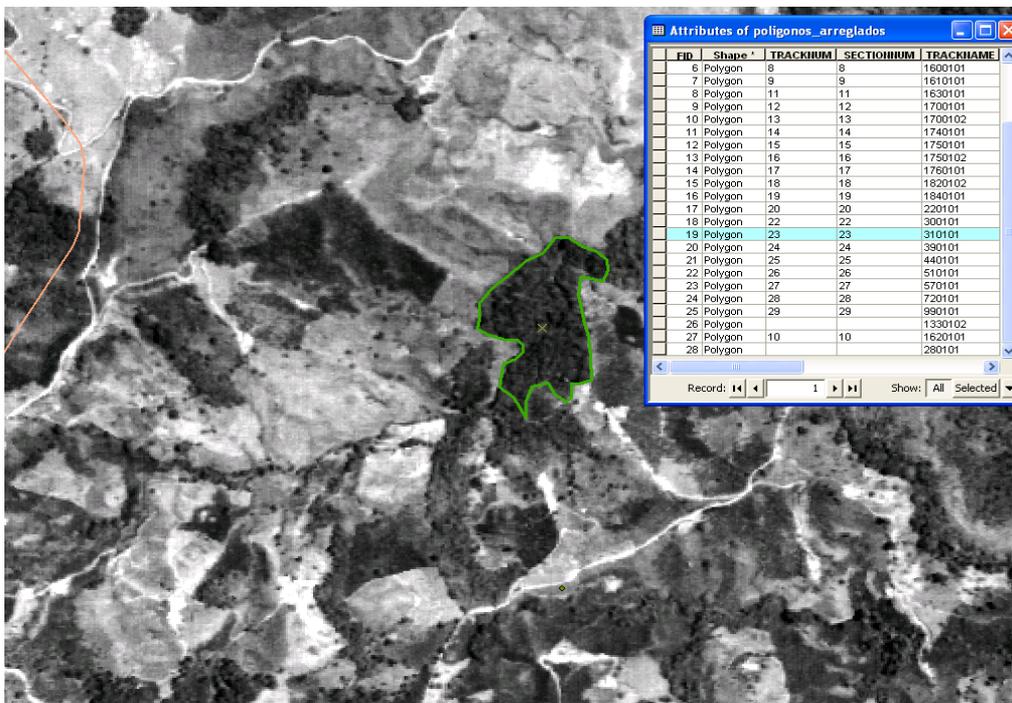
de bases de datos. Por un lado se tiene la disyuntiva de utilizar programas a un bajo costo, libres en la manipulación de licencias y que son finalmente eficientes y robustos para soportar altas densidades de datos, pero desde otro punto de vista existen paquetes informáticos que aunque se encuentren licenciados se ajustan mejor a una gran cantidad de usuarios y tienen una mayor aceptabilidad.

Figura 20. Captura de polígonos con GPS en campo



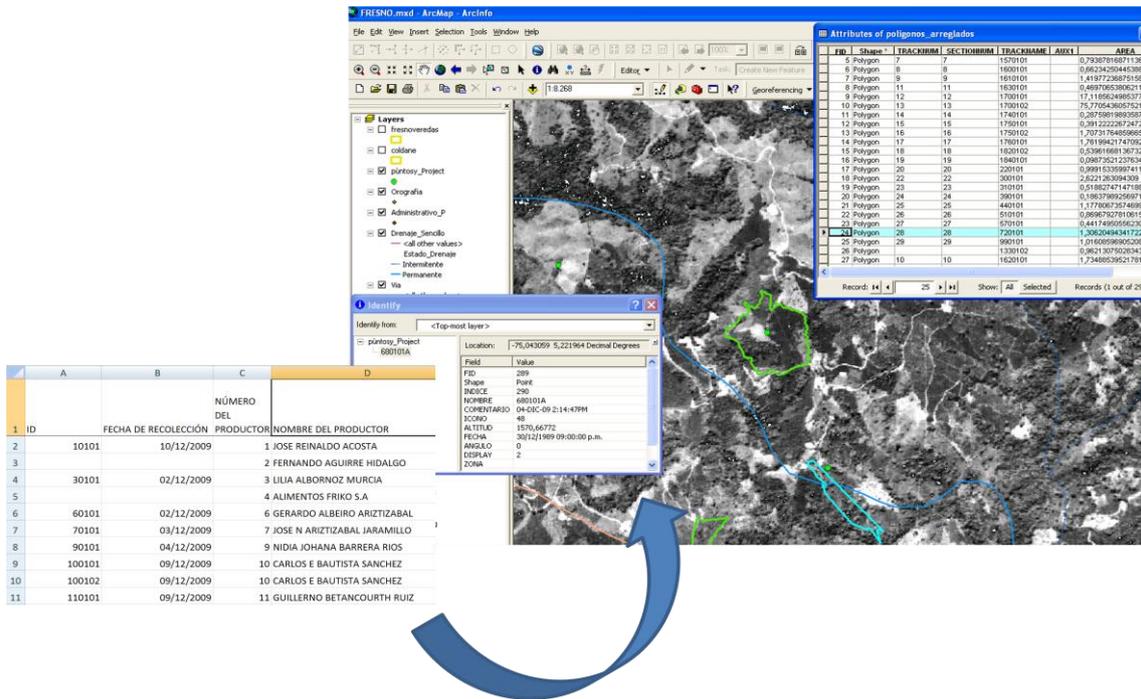
Fuente: (CCI-MADR) Elaborado por el autor

Figura 21. Relación información Alfanumérica con la espacial



Fuente: (CCI-MADR) Elaborado por el autor

Figura 22. Relación información Alfanumérica con la espacial



Fuente: (CCI-MADR) Elaborado por el autor

Figura 23. Modelo aplicativo de recolección de la información (posible modelo físico ajustado al modelo E/R y modelo lógico. Remitirse a los capítulos 2.4 y 2.5)



Fuente: Elaborado CCI-MADR

CONCLUSIONES

- La puesta en marcha de este sistema de información será un gran aporte al sector forestal, fortaleciendo políticas sectoriales y abriendo un panorama promisorio para el gremio.
- El planteamiento de una metodología en la cual se realice un trabajo de campo mediante la encuesta directa a productores y la medición de rodales por medio de sistemas de captura GPS, es un procedimiento que se ha tratado de ejecutar con anterioridad, sin embargo la sistematización y procesamiento de esta información con tecnología SIG es algo innovador, constituyéndose en una herramienta útil para la ordenación forestal.
- Es importante mencionar que para ejecutar este proyecto y llegar al desarrollo físico del SIG se requiere de ciertos recursos económicos, para obtener información geográfica actualizada, que brinde información confiable; como por ejemplo cartografía de alta calidad, imágenes satelitales recientes y de excelente resolución y fuentes de información que se encuentren en constante retroalimentación.
- Los modelos relacional y lógico son procedimientos en el mundo de las bases de datos fundamentales para tener claras las reglas de juego en la instauración de cualquier tipo de sistema de información. Con este procedimiento se visualiza la conexión de cada variable y la función que cumplen dentro de determinado aplicativo.
- En cuanto a la plataforma informática en la que el sistema funcionaría, queda claro que sistemas operativos como Linux que son de libre acceso y requieren de hardware no tan exigente, son una alternativa atractiva para administradores y usuarios, sin embargo tienen el inconveniente de no ser manejados por muchas personas. Además una gran cantidad de programas que se manejan alternativamente a los SIG no funcionan sobre este sistema operativo.

- Arcgis es una herramienta eficaz para el manejo de este tipo de proyectos, con la extensión ArcSDE, gestor de base de datos, se tiene la posibilidad de realizar publicaciones a través de portales web, entre otras aplicaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a partir del planteamiento de este proyecto vincular a todas las instituciones involucradas en el sector, para que sean partícipes, apoyen en las fases de investigación, recopilación de información primaria y secundaria, con el propósito de que se beneficien también de los resultados finales.
- Es necesario incorporar el ente administrador del sistema para incorporar la metodología anteriormente planteada, con el fin de utilizar la herramienta SIG que se terminará de ajustar con la fase del desarrollo del modelo físico.
- Se sugiere no descartar la posibilidad de utilizar ORACLE como sistema gestor de bases de datos, ya que en los últimos años se ha estado implementando en muchas compañías y paquetes empresariales. Es un software bastante robusto que ha mejorado también su interfaz gráfica con fines de proyectarse hacia el mundo SIG.

BIBLIOGRAFÍA

ESRI. ¿Que es Arcgis?. New York. USA. 2002. 6p.

MENA, Carlos. Cols. Teledetección y Sig en el Ámbito Forestal: Experiencias en Chile. En: Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. N° 2. (2006) p. ISSN 1808 – 0251

PEÑUELA, L. Manejo del Sistema de Geoposicionamiento Global GPS. En: Manual de Manejo de Instrumentos de Medición. Encuesta Nacional Agropecuaria CCI. Bogotá. 2009. 31- 39p.

Proyecto FFEM: Sub-Proyecto SIG forestal /FONDO FRANCES PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL. CORMAGDALENA. ONF INTERNACIONAL. Nota Técnica N° 2. (Noviembre, 2004).

SÁNCHEZ, Edgar. Una Metodología Sistémica para la implantación de sistemas de Información Geográficos. Caracas. Venezuela.

Tesis Doctoral: Integración de Ortofotografía Digital en Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación a la Revisión de la Superficie Catastral Rústica. Los Sistemas de Información Geográfica. Cap. 3. Universidad Pública de Navarra. Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural.

TRUJILLO, Enrique. Plantación Forestal: Planeación para el éxito. En: Revista MM.

Bibliografía electrónica

CARMONA A., MONSALVE J. Sistema de Información Geográfica. En Linea. <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>. Citado el 25 de Abril del 2010.

<http://exp-grafica.uma.es/Profesores/www-jrad/document/gis/sig.pdf>

<http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/bd.htm#smbd>

VÁZQUEZ AGUIRRE, Raúl. Introducción y Análisis en la Temática de Plantaciones Forestales en el Departamento de Santa Cruz. En línea. http://ciatbo.org/documentos/introduccion_analisis_tematica_plantaciones_dpto_santa_cruz.pdf. Citado el 25 de Abril del 2010

ANEXOS

Tabla 17. Codificación especies

CODIGO	ESPECIE
1	Abarco chibugarbarco chibuga coabano falsa caoba cobana cocohuascocoy cocoabarco
2	Acacia magnium
3	Acacia demás variedades
4	Acacia bracatinga
5	Acacia japonesa
6	Acacia negra
7	Aceituno
8	Algarrobo
9	Aliso acuminata
10	Aliso cerezo y chaquito
11	Almendro
12	Amarrabollo
13	Araucaria
14	Árbol del pan
15	Arboloco
16	Arenillo
17	Arrayán
18	Astronio
19	Balso
20	Bambú
21	Cacay Tacay
22	Cachimbo
23	Calastemo
24	Camajon
25	Cambulo
26	Caña brava
27	Caoba orura
28	Caracolí
29	Caraño
30	Carbonero rojo
31	Carote
32	Casuarina
33	Caucho forestal
34	Cedrillo
35	Cedro amarillo
36	Cedro del atura
37	Cedro negro
38	Cedro cedro amargo cedro cebollo cedro blanco cedro caoba
39	Ceiba bonga
40	Ceiba tolua
41	Chachafruto o balú
42	Chagualo
43	Chingale izcuande guabillo madura plátano flor azul escobillo pavito
44	Chocho
45	Ciprés demás variedades
46	Cocomono
47	Corono
48	Cuangare
49	Cucharo
50	Dacryodes
51	Dinde
52	Ebano
53	Encenillo
54	Especies nativas
55	Espino
56	Eucalipto demás variedades
57	Eucalipto común y eucalipto plateado

58	Eucalipto camardulensis
59	Eucalipto grandis
60	Eucalipto pellita
61	Eucalipto saligna
62	Eucalipto tereticornis
63	Eucalipto urograndis
64	Eucalipto urophylla
65	Eucalipto viminalis
66	Ficus
67	Guadua
68	Gualanday
69	Guandul
70	Guayacán amarillo
71	Guayacán de manizales
72	Holly espinoso
73	Hoyuelo
74	Igua
75	Isertia
76	Laurel
77	Leucaena
78	Mangle tierra fria
79	Mano de león
80	Matarraton
81	Melina
82	Meray
83	Minee
84	Miona
85	Mortiño
86	Nacedero
87	Nim
88	Nogal moncoro
89	Nogal moho laurel nogal cafetero
90	Orejero
91	Palma de cera
92	Palma popayanesa
93	Peine mono
94	Pino demás variedades
95	Pino caribe
96	Pino chiapensis
97	Pino ellioti
98	Pino kesia
99	Pino maximinoi
100	Pino oocarpa
101	Pino patula pino llorón
102	Pino radiata
103	Pino romeron
104	Pino pseudostrobus
105	Pino taede
106	Pino tecuifolia
107	Pino tecunumani
108	Polvillo
109	Roble
110	Roble morado roble de los ríos
111	Saman
112	Sande
113	Sangre toro
114	Sauce
115	Sauco
116	Sietecueros
117	Swinglia o limón rugoso
118	Tachuelo
119	Tambor frijolito
120	Tara
121	Teca
122	Tirisio
123	Tortolito
124	Totumo
125	Trompeto

126	Tuno
127	Urapán
128	Uvito
129	Venturosa
130	Yarumo
131	Yaya y pino
132	Yopos
133	Zapan
134	Otras Especies

Tabla 18. Codificación Forma de Siembra

Código	Forma de Siembra
R	Rectángular
C	Cuadrada
T	A tres bolillos