

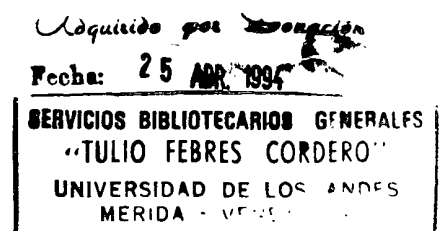
**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO**

**DISEÑO E IMPLANTACION DE UNA BASE DE DATOS GEOGRAFICOS PARA
CLASIFICACION DE TIERRAS.
UNIDAD EXPERIMENTAL DE TICOPORO.
ESTADO BARINAS**

Por:
Elba Teresa Briceño M.

Profesor Tutor:
Ernesto Flores R.

Diciembre, 1993.



TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO E IMPLANTACION DE UNA BASE DE DATOS GEOGRAFICOS
PARA CLASIFICACION DE TIERRAS.
UNIDAD EXPERIMENTAL DE LA RESERVA FORESTAL DE TICOPORO
ESTADO BARINAS.**

www.bdigital.ula.ve

Por:
Elba Teresa Briceño M.

Profesor Tutor:
Ernesto Flores.

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Magister
Scientae.

Centro de Estudios De Postgrado
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad de Los Andes

Diciembre, 1993.

C.C. Reconocimiento

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Indice de tablas	i
Indice de figuras	ii
Indice de mapas	iii
Agradecimiento	
Resumen	
Introducción	1
Objetivos.	2
CAPITULO I. Marco conceptual-Procedimientos.	
1. Marco Conceptual	3
1.1. Sistemas de clasificación y evaluación de tierras.	3
1.1.1. Sistemas Paramétricos.	3
1.1.2. Sistemas No Paramétricos.	4
1.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG).	5
1.2.1. Componentes de un SIG.	6
1.2.2. Estructuras de datos en un SIG.	7
1.2.3. Modelos de datos.	8
1.2.4. Algunas aplicaciones de SIG en el manejo de recursos naturales.	10
2. Procedimientos-Metodología.	12
3. Programas y equipos utilizados	18
CAPITULO II. Características generales del área de estudio.	
2.1. Ubicación, extensión y límites.	19
2.2. Características físico-naturales.	19
2.2.1. Fisiografía-Geomorfología.	19
2.2.2. Geología.	19
2.2.3. Suelos.	23
2.2.4. Hidrografía.	25
2.2.5. Clima.	25
2.2.6. Zona de vida.	26
2.3. Características socioeconómicas de los ocupantes.	29
2.4. Problemática del área.	30

	Pág.
CAPITULO III. Uso de la tierra.	
3.1. Enfoque formal o de cobertura.	33
3.2. Enfoque funcional o estructural.	34
3.3. Supuestos utilizados para el establecimiento de la clasificación y selección de las categorías de usos.	39
3.4. Descripción de las categorías de usos propuestos y determinación de sus requerimientos agroecológicos.	41
3.5. Unidades de tierras. Características y cualidades usadas para su definición.	45
3.6. Esquema FAO. Tipos y criterios para la determinación de las clases de aptitud.	51
CAPITULO IV. Base de datos geográficos.	
4.1. Diseño de la base de datos geográficos.	55
4.1.1. Recolección y análisis de requerimientos.	55
4.1.2. Diseño conceptual.	57
4.1.3. Selección del sistema manejador de la base de datos (SMBD)	61
4.1.4. Diseño lógico.	61
4.1.5. Diseño físico.	64
4.2. Implantación de la base de datos geográficos.	66
4.2.1. Base de datos gráfica.	66
4.2.2. Base de datos descriptiva.	70
4.3. Manipulación de la base de datos geográficos.	70
4.3.1. Obtención y descripción de las unidades de tierras.	70
4.3.4. Aptitud de las unidades de tierras para los usos propuestos.	73
Conclusiones.	75
Recomendaciones.	77
Bibliografía.	78
Anexos	

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Principales características de algunos software para construir un Sistema de Información Geográfica basado en PC.	5
Tabla 2.1. Unidades geomorfológicas. Características, ubicación y superficie. Unidad Experimental de Ticoporo.	21
Tabla 2.2. Precipitación media anual para las estaciones de Bum Bum y Canaguá. Período 1970-1982.	26
Tabla 2.3. Censo 1990. Reserva Forestal de Ticoporo.	32
Tabla 3.1. Producción maderera extraída del bosque natural. Unidad Experimental de Ticoporo.	38
Tabla 3.2. Requerimientos agroecológicos de los cultivos anuales y hortícolas propuestos para la Unidad Experimental de Ticoporo.	42
Tabla 3.3. Requerimientos agroecológicos de las especies exóticas consideradas potenciales en la Unidad Experimental Ticoporo.	43
Tabla 3.4. Requerimientos agroecológicos de los pastos propuestos para la Unidad Experimental Ticoporo.	44
Tabla 3.5. Requerimientos agroecológicos de las especies nativas consideradas potenciales en la Unidad Experimental de Ticoporo.	46
Tabla 3.6. Criterios de clasificación para determinar la aptitud de las unidades de tierras. Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.	54
Tabla 4.1. Puntos de control. Coordenadas UTM con su identificador.	67
Tabla 4.2. Características y cualidades de las unidades de tierras. Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.	74

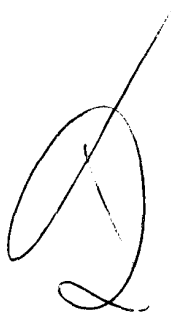
INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig 1.1. Componentes de un diagrama Entidad-Relación.	10
Fig 2.1. Ubicación de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo. Estado Barinas.	20
Fig 2.2. Distribución de la precipitación para las estaciones de Bum Bum y Canaguá. Período 1970-1982.	27
Fig 2.2. Balance hídrico de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.	28
Fig 4.1. Proceso para el diseño de la base de datos geográficos para clasificación de tierras.	56
Fig 4.2. Esquema conceptual de la base de datos para clasificación de tierras.	60
Fig 4.3. Ejemplo de reducción del esquema conceptual al diseño lógico.	62
Fig 4.4. Proceso para la construcción de una base de datos geográficos.	68
Fig 4.5. Dispositivos utilizados para la entrada almacenamiento e impresión de los mapas.	71
Fig 4.6. Proceso de operación espacial para la obtención de las unidades de tierras.	72

INDICE DE MAPAS

	Escala
Mapa 1. Fisiografía.	1:40000
Mapa 2. Suelos.	1:40000
Mapa 3. Uso de la Tierra. Año 1985.	1:40000
Mapa 4. Unidades de Tierras.	1:40000
Mapa 5. Agricultura de cultivos anuales y hortícolas asociada a especies forestales.	1:40000
Mapa 6. Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra o mejoradoras de la fertilidad del suelo en potreros.	1:40000
Mapa 7. Plantaciones forestales.	1:40000

www.bdigital.ula.ve



RESUMEN

En los últimos años, se ha difundido en forma rápida el uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para la solución de problemas de evaluación, planificación y gestión territorial.

En términos generales, una de las fases más importantes en el establecimiento de un Sistema de Información Geográfica es el Diseño de la Base de Datos que sustentará el sistema y que permitirá al mismo satisfacer las necesidades de información de los usuarios, por lo cual se consideran dentro de esta fase aspectos tales como: recolección y análisis de requerimientos, diseño conceptual, selección del sistema manejador de la base de datos, diseño lógico y diseño físico. No obstante, es preciso mencionar que la confiabilidad de la información de salida del sistema dependerá de los datos de entrada.

Para el diseño de la base de datos se seleccionó la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, concibiéndose un sistema para clasificación de tierras con fines forestales y agroforestales, donde se usó como sistema de clasificación el Esquema de la FAO y como programas para la implantación de la base de datos gráfica y descriptiva el ARC/Info (Versión 3.4D) y el FOXPRO (Versión 2.0) respectivamente. Los resultados obtenidos de la aplicación se presentan en forma de tablas y mapas a escala 1:40.000.

ABSTRACT

In the last years, the use of Geographics Information Systems (GIS) like a tool for solutions of territorial evaluation, planificacion and management problems, has spread out rapidly.

In general, one of the most important step in the establishment of GIS is data base design, which permits then to satisfy the users necessity of information. For this, the following aspects are considered in this step: gathering and analysis or requirements, conceptual desing, selection of the maneging system of the data base, logical and physical designs. However, it should be mentioned that the confidence of the output information depends on the input data.

This work, for data base design the Experimental Unit of the Ticoporo Forest Reserve was selected, conceiving a system for land clasification with the purpose of forestry and agroforestry use as clasification system the sheme of the FAO and as implementation programs for the descriptive and graphical data ARC/Info (Version 3.4D) and FOXPRO (Version 2.0) where used respectively. The results are presented as tables and maps.

INTRODUCCION

En los últimos años, las reservas forestales del país han venido presentando severos problemas, como consecuencia de procesos violentos de invasión y deforestación, que han dificultado el cumplimiento de los objetivos ecológicos, económicos y científicos para las cuales fueron creadas, observándose en estas áreas la realización de actividades agropecuarias y mineras, totalmente incompatibles con los fines que estas deben cumplir.

La Reserva Forestal de Ticoporo, no escapa al problema mencionado. En esta zona gran parte de sus bosques han sido sustituidos por actividades agropecuarias, que han puesto en peligro la actividad forestal en la reserva. Esta situación ha requerido la intervención del Estado, quién promulgó recientemente el Decreto 636 (Gaceta Oficial N° 6.034.421 del 05-03-90) cuyo objetivo fundamental es frenar las ocupaciones ilícitas en las reservas, tratando de recuperar las áreas invadidas, a través de programas forestales (plantaciones intensivas y sistemas agroforestales), para lo cual se firmó un Acta-Convenio con los ocupantes en fecha 04-07-92.

Para dar cumplimiento a estos programas es preciso realizar actividades de planificación del uso de la tierra, a partir de la determinación de aptitudes (limitaciones y potencialidades), que permitan obtener un rendimiento sostenido, con la mínima degradación del ambiente. Por tal razón, la planificación debe basarse en la clasificación previa y en la posterior evaluación de las tierras para los programas mencionados, definiéndose así los usos más acordes con las condiciones que presenta la reserva y en el caso específico de este estudio, la Unidad Experimental.

Con la finalidad de realizar los programas mencionados, se requiere efectuar una clasificación de tierras considerando las características físico-naturales y socioeconómicas del área de estudio (Enfoque Holístico), a fin de sentar las bases para un ordenamiento rural. En este caso se seleccionó como sistema de clasificación el esquema establecido por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el cual tiene la ventaja que puede ser adaptado a la información que presenta la zona y a los objetivos establecidos.

Debido al volumen de datos que se utiliza para efectuar la clasificación de tierras para los usos propuestos y con el objeto de manejar en forma eficiente la información en lo que se relaciona a almacenamiento, recuperación, actualización y procesamiento de la misma, es preciso el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que suministre la información requerida en el proceso de planificación y toma de decisiones, por parte de los organismos competentes, dentro de estas áreas. Es por esta razón que previendo el desarrollo de este sistema se diseñó, en el presente trabajo, una base de datos geográficos que sustentará el referido sistema, conformada por datos gráficos y descriptivos de objetos espaciales relacionados. Posteriormente se implantó la base de datos para lo cual se usó herramientas como FOXPRO y ARC/Info, obteniéndose a través de un programa de aplicación, la aptitud de las unidades para los usos propuestos en forma automatizada.

OBJETIVOS

Objetivo general.

- **Diseñar e implantar una base de datos geográficos con información físico-natural y socio-económica, que facilite realizar una clasificación de tierras, destinadas a actividades forestales y agroforestales, en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.**

Objetivos Específicos

- **Efectuar un diagnóstico y selección de la información físico-natural y socioeconómica existente.**
- **Analizar el uso de la tierra utilizando los enfoques de cobertura y funcional.**
- **Proponer alternativas de uso forestal y agroforestal.**
- **Diseñar la base de datos geográficos para la aplicación seleccionada.**
- **Implantar la base de datos geográficos: base de datos gráfica y base de datos descriptiva.**
- **Obtener las unidades de tierras con fines de clasificación, considerando sus características y cualidades.**
- **Clasificar las tierras de acuerdo a su aptitud, para los tipos de usos forestales y agroforestales seleccionados.**

CAPITULO I

MARCO CONCEPTUAL - PROCEDIMIENTOS.

1. MARCO CONCEPTUAL

Actualmente diferentes organismos, tanto públicos como privados, están otorgando al ambiente la importancia y trascendencia que este tiene para la producción sostenida de diversos recursos. Esta situación se refleja en la toma de decisiones, donde es necesario comenzar por la cuantificación de los aspectos ambientales cuando se requiere efectuar un desarrollo sustentable, logrando al mismo tiempo disminuir al máximo los impactos ambientales, tales como degradación y polución.

Para lograr estos propósitos es preciso efectuar una buena gestión, requiriéndose contar con información confiable, actualizada y a tiempo, que permita a los organismos efectuar actividades relacionadas con planificación, programación y evaluación de proyectos sobre recursos, a diferentes escalas (nacional, regional y local).

En lo que se relaciona a la planificación del uso rural de la tierra, es preciso disponer de información físico-natural y socio-económica que permita, a través de un sistema de clasificación y evaluación de tierras, determinar las aptitudes que presentan para el establecimiento de un determinado uso. Asimismo, se requiere de un mecanismo para manejar con eficiencia los datos requeridos para cumplir con este objetivo, razón por la cual se hará mención a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta para la consecución de este propósito y las fases para el diseño de una base de datos geográficos que sustentará el SIG. A continuación se presenta una reseña sobre los sistemas de clasificación de tierras existentes, así como también se señalan ciertas generalidades sobre los SIG y las etapas que conforman el diseño de una base de datos geográficos.

1.1. Sistemas de clasificación y evaluación de tierras.

En líneas generales, existen a nivel mundial dos tipos de sistemas de clasificación y evaluación que son ampliamente utilizados en diversos estudios de clasificación y uso de la tierra:

1.1.1. Sistemas Paramétricos.

1.1.2. Sistemas No Paramétricos.

A continuación se describen, en términos generales, estos sistemas, señalándose para cada uno los esquemas o metodologías que se usan con más frecuencia.

1.1.1. *Sistemas Paramétricos.*

Estos sistemas se caracterizan por subdividir y clasificar el paisaje en base a la

cuantificación de algunos de sus componentes, es decir, se usan criterios de tipo numérico para definir los elementos que conforman el paisaje, clasificando y/o evaluando las tierras a través de índices.

Flores (1981), divide los sistemas de clasificación considerando los fundamentos matemáticos sobre los cuales se han concebido y el orden de complejidad que presentan (de menor a mayor). De acuerdo a lo especificado, el autor los diferencia en: aditivos, aditivo-substractivos, multiplicativos y de ecuaciones complejas; ejemplos de estos sistemas son: el Sistema Búlgaro para la evaluación de la productividad de la tierra, desarrollado por I. Garbouchev y S. Krastanov (método aditivo) y el Sistema de la Universidad de California o Storie Index, que se basa en índices de productividad para la clasificación de las tierras (método multiplicativo).

1.1.2. Sistemas No Paramétricos.

A diferencia de los sistemas anteriores, estos no se fundamentan en fórmulas o índices matemáticos, para determinar las aptitudes de las tierras para un uso o un conjunto de usos.

Considerando el enfoque dado a la clasificación, estos sistemas se dividen en Sistemáticos y Holísticos. Los primeros se caracterizan porque toman como criterio fundamental un elemento físico del paisaje, específicamente el suelo, presentándose como ejemplo el Sistema de clasificación del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos; mientras los segundos, estudian el ambiente en términos tanto físicos (interrelaciones entre los aspectos físicos, condiciones ecológicas y agronómicas) como socio-económicos, permitiendo sugerir tipologías agrícolas acordes con el área de estudio. Dentro de estas clasificaciones se presentan el Sistema de Beck y Bennema, el Sistema Iraní y el Sistema de Evaluación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); este último es utilizado en la realización de este trabajo (Flores, 1981).

En líneas generales, el Esquema de Clasificación de la FAO surge de consultas y reuniones que se realizaron a partir de la década de los 70, siendo publicado en 1976 luego de una serie de experiencias realizadas en diferentes áreas.

Según la FAO el uso de la tierra, considerado como tipos de utilización de la tierra o tipologías agrícolas, se define a partir de un conjunto de criterios diagnóstico que se mencionan a continuación: producción, capital, mano de obra, mecanización, propiedad de la tierra, tamaño y forma de las parcelas, conocimiento de los agricultores, asistencia técnica y disponibilidad de créditos agrícolas. Una vez realizado el diagnóstico del uso, se sugieren los tipos de utilización que son factibles de ser establecidos, tanto desde el punto de vista físico como socio-económico del área, efectuando posteriormente la clasificación de las tierras para cada uso de acuerdo a la aptitud que estas presentan.

1.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica, son sistemas computarizados que permiten la captura, almacenamiento, recuperación, análisis y presentación de información espacial y descriptiva; es por tanto una técnica donde se integran datos gráficos y de texto, en una base de datos computarizada.

Se estima que los SIG surgen a partir de la década de los 60, debido específicamente a los avances experimentados en la informática, que permitieron el desarrollo en la cartografía y fotogrametría (Terence et al, 1987; citado por Bastidas, 1990), encontrándose en el mercado varios programas disponibles entre los que se mencionan ARC/Info, IDRISI e ILWIS. En la Tabla 1.1 se describen las capacidades y especificaciones de estos programas.

Tabla 1.1. Principales características de algunos programas utilizados para construir un Sistema de Información Geográfica basado en PC.

Sistema	Sistema Operativo	Estructura de datos	Características generales
ARC/Info	PC-DOS	Vector	Capacidad de digitalización. Base de datos. Información topológica. Capacidad analítica. Lenguaje de comando. Interface menu-usuario
IDRISI	PC-DOS	Raster	Capacidad de digitalización. Procesamiento de imágenes. Capacidad analítica. Interface menu-usuario. Presentación en tercera dimensión Doble pantalla.
ILWIS	PC-DOS	Vector Raster	Capacidad de digitalización. Base de datos interna. Información topológica. Procesamiento de imágenes. Capacidad analítica. Lenguaje de comandos. Interfase menu-usuario. Presentación en tercera dimensión Doble pantalla.

Entre las ventajas que presentan estos sistemas, se enumeran las siguientes:

- Los datos son mantenidos físicamente en un formato compacto (cintas magnéticas, diskettes, etc.), lo cual facilita su recuperación en forma rápida.
- Permiten ciertos tipos de manipulación que incluyen mediciones y sobreposición de mapas, diseño gráfico y manipulación de las bases de datos (espacial y descriptiva).
- La información gráfica y no gráfica (atributos) puede ser combinada y manejada simultáneamente en forma relacional.
- Se pueden realizar pruebas analíticas de modelos conceptuales en forma rápida y repetitiva. Esto facilita la evaluación de los criterios políticos y científicos sobre grandes áreas en cortos períodos de tiempo.
- Permiten realizar análisis de cambios para diferentes períodos de tiempo.
- Poseen herramientas de dibujo "automatizado" y diseño gráfico interactivo, que pueden ser aplicadas a diseño y producción cartográfica.

1.2.1. Componentes de un SIG.

Un SIG es considerado un sistema hombre-máquina, conformado por los siguientes subsistemas:

. *Equipo de computación.* Formado por:

- El computador o Unidad de Procesamiento Central (CPU). Es la base del funcionamiento de la máquina, ya que recibe los datos de las unidades de entrada, los almacena provisionalmente en la memoria central, los procesa de acuerdo a las instrucciones del usuario a través de un programa y envía los resultados a una unidad externa (Parra, 1993).
- Unidad de entrada. Comprende un digitalizador u otro tipo de dispositivo, que transforma coordenadas cartesianas del mapa en papel (manuscrito) a documentos digitales.
- Dispositivos de salida (plotters, impresoras, terminal gráfico). Son utilizados para presentar los resultados obtenidos del procesamiento de los datos (mapas, tablas y figuras).
- Dispositivos de almacenamiento. Usados para almacenar los datos y/o programas a fin de que sean vinculados con diferentes sistemas.

. *Módulos de programas de un SIG.* Según Bosque (1992), un SIG está organizado en cuatro (4) subsistemas, los cuales permiten efectuar las conexiones entre las diferentes operaciones que son capaces de realizarse en un SIG. Estos subsistemas son:

- **Entrada de datos.** Se refiere a los procedimientos que permiten convertir los datos geográficos en formato analógico a un formato digital para ser manejado por el computador, conservando las características originales de los datos espaciales. Este subsistema incluye no sólo medios de entrada (digitalizadores, scanners), sino también mecanismos que permiten corregir los errores cometidos al incorporar los datos en el SIG.

- **Salida - presentación gráfica y cartográfica de la información.** Permiten mostrar al usuario los datos incorporados en la base de datos de un SIG, asimismo las operaciones analíticas realizadas sobre los mismos. Esta información puede ser representada a través de mapas, gráficos y tablas, utilizándose soportes como papel y pantallas gráficas.

- **Gestión de la información espacial.** Consiste en extraer de la base de datos la información requerida para la aplicación que se va a ejecutar.

- **Funciones analíticas.** Facilita el procesamiento de los datos con la finalidad de obtener una mayor información acerca de un evento en particular.

1.2.2. Estructuras de datos en un SIG.

Las características geográficas son representadas en un mapa a través de puntos (centros poblados), líneas (ríos, vías de comunicación) o áreas (suelos, uso de la tierra, cuerpos de agua) identificadas por un símbolo único y relacionadas con un sistema de coordenadas determinado.

Existen dos formas (explícita e implícita) para representar los datos geográficos o entidades espaciales en el computador:

. *Estructura de datos raster.* Consiste en un arreglo de celdas, cada una de las cuales presenta un valor que indica el tipo de dato cartografiado, y que está definido por un número de línea y columna. En tal sentido, un punto está representado por una celda única, una línea por un conjunto de celdas vecinas con determinada dirección y un área por un grupo de celdas vecinas agrupadas.

Los datos presentados en raster muestran el espacio como una superficie cartesiana plana, donde la unidad mínima de representación (celda) está relacionada con una fracción cuadrada del terreno. Para determinar la escala o resolución, se establece una relación entre el tamaño de la celda en la base de datos y el tamaño de ésta en el terreno.

. *Estructuras de datos vectorial.* Se caracterizan porque el espacio se asume en forma continua, presentando la ventaja que todas las posiciones, longitudes y dimensiones pueden ser determinadas con precisión, ya que los objetos se tratan de representar con la mayor exactitud, como estos se encuentran en el terreno.

Existen en los SIG, estructuras de almacenamiento de datos vectorial relacionados con puntos, líneas y áreas denominadas entidades, las cuales se especifican a continuación:

- **Entidades de punto.** Están asociadas a cualquier fenómeno o hecho geográfico, que se representa a través de un punto y que está definido por un par de coordenadas (x,y), pudiéndose almacenar otros datos de manera adicional tales como tamaño y orientación del símbolo.

- **Entidades de líneas.** Definen aquellas características geográficas que son representadas como una línea, conformada por una secuencia de segmentos rectos que contienen por lo menos dos pares de coordenadas (x,y). Las líneas simples requieren del almacenamiento de las coordenadas x,y que las delimitan, asimismo, un identificador que especifique el símbolo que se va a utilizar para su representación y sus atributos. Existen casos tales como análisis de redes de drenaje o vías, donde es necesario utilizar apuntadores en la estructura de datos, los cuales son construidos utilizando nodos en las intersecciones entre arcos.

- **Entidades areales.** Se definen como fenómenos o características que se expresan espacialmente en términos de áreas. Existen varias formas de representar estas entidades en bases de datos vectoriales, que van desde la más sencilla en la que se registra un conjunto de coordenadas x,y, de los límites externos y una etiqueta para identificar cada polígono, hasta la más compleja, donde además se construye una estructura de polígonos relacionados a un sistema completamente integrado topológicamente. La estructura de datos de este tipo de entidades suministra información acerca de las propiedades topológicas de las áreas (forma, entidades colindantes y jerarquía), a fin de que puedan ser representadas y manipuladas como datos de mapas temáticos.

Otro concepto, frecuentemente manejado en esta estructura de datos, es el de *capa*, el cual es usado para organizar los diferentes tipos de entidades espaciales (puntos, líneas y polígonos) con la finalidad de asociarlos a la información temática.

1.2.3. Modelos de datos.

En términos generales, los modelos de datos se definen como el conjunto de herramientas conceptuales que permiten describir los datos, sus relaciones, su semántica y limitaciones (Korth et al, 1987). Existen diferentes modelos de datos, entre los cuales se encuentran: modelos lógicos basados en objetos, modelos lógicos basados en registros y modelos físicos, de estos se utilizan, en el presente trabajo, los dos primeros ya que permiten describir los datos en los niveles conceptual (datos que están almacenados en la base de datos y las relaciones que existen entre los mismos) y de visión (se describe solo una parte de la base de datos de acuerdo a la aplicación).

Dentro de los modelos lógicos, basados en objetos, se usó el Modelo Entidad-Relación, el cual se basa en la percepción del mundo real, constituido por objetos denominados *entidades* y las *relaciones* que existen entre estos objetos. En tal sentido, una entidad es

considerada como un objeto que existe y que puede ser diferenciado de otros a través de sus características y/o cualidades llamadas atributos. Un ejemplo de los términos mencionados es la variable Geología, considerada como una entidad, ya que puede ser distinguida de otras variables por sus atributos "edad y período geológico". Por otra parte una relación es un asociación entre entidades; para ilustrar este aspecto se menciona la relación que existe entre Suelos y Fisiografía, donde la posición topográfica de una determinada unidad de tierra va a ser determinante en las características y cualidades que presenten los suelos.

En este modelo es preciso definir las limitantes que deben cumplir los datos contenidos en la base de datos, es decir, *la cardinalidad de mapeo y la existencia por dependencia*. La cardinalidad de mapeo expresa el número de entidades con las cuales puede asociarse otra entidad por medio de una relación, existiendo cuatro (4) tipos de relaciones:

- Una a una. Una entidad en A esta relacionada con una entidad en B y viceversa.
- Una a muchas . Una entidad en A está asociada a "n" entidades en B, pero una entidad en B debe estar asociada a una entidad en A.
- Muchas a una: Una entidad en A está asociada a una entidad en B, pero una entidad en B puede asociarse con "n" entidades en A.
- Muchas a muchas. Una entidad en A esta vinculada a "n" entidades en B y viceversa.

Otra limitante a considerar son las dependencias por existencia, donde la existencia de la entidad X (subordinada) depende de la existencia de la entidad Y (dominante). Como ejemplo se tiene las entidades Geología y Formación entre las cuales se va a formar una relación, que especifica que para una edad y período geológico determinado van a existir varias formaciones, originando una relación una a muchas. En otras palabras, cada entidad Formación va a estar asociada a una edad y período geológico determinado; por lo tanto, al eliminarse la entidad Geología se eliminaran todas las entidades vinculadas con ella, en este caso Formación. De acuerdo al ejemplo, la entidad Geología es dominante y la entidad Formación es subordinada.

En el "modelado" de la base de datos, es fundamental diferenciar las entidades de las relaciones. La diferencia viene dada por la existencia de uno o más atributos, que permiten identificar en forma única a una entidad, y los cuales reciben el nombre de llave candidata o primaria. Se da el caso de entidades que no presentan atributos para formar una llave primaria, por lo que se denominan entidades débiles; caso contrario ocurre con aquellas entidades que cuentan con una llave primaria, las cuales reciben el nombre de entidades fuertes. Estos términos están asociados al de dependencia por existencia, es así como una entidad fuerte es dominante y una entidad débil es subordinada.

Tal como se mencionó, las entidades débiles no presentan llaves primarias, por lo cual es preciso diferenciarlas a fin de identificar de cual entidad fuerte dependen, esto se logra a través del discriminador, que está conformado por un conjunto de atributos. En el ejemplo anterior, el discriminador de la entidad débil Formación es el atributo Nombre de la Formación, siendo la llave primaria de las entidades débiles igual a la llave primaria de la

entidad fuerte, de la cual depende su existencia y su discriminador. Asimismo, las relaciones también tienen llaves primarias, que se forman tomando las llaves primarias de las entidades que definen la relación. La ventaja que presenta el Modelo Entidad-Relación es que su estructura lógica puede expresarse gráficamente a través de un diagrama, conformado por rectángulos, elipses, rombos y líneas, cada uno de los cuales tiene su correspondiente significado (Fig. 1.1).


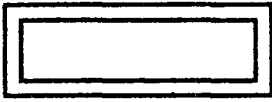



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Entidad fuerte
	Entidad débil
	Atributos
	Relaciones
	Conexión de los atributos a las entidades y de estas a las relaciones.

Fig. 1.1. Componentes de un diagrama Entidad-Relación.

1.2.4. Algunas aplicaciones de los SIG en el manejo de recursos naturales.

Las ventajas obtenidas de un SIG han sido ampliamente demostradas. La información geográfica tomada de diversas fuentes (mapas, censos, tablas estadísticas, etc.), es posible almacenarla en una base de datos, donde la información es mantenida en un formato físicamente compacto evitando su dispersión y deterioro, y puede ser motivo de búsqueda de acuerdo a determinado criterio temático, territorial o a la combinación de ambos aspectos; inclusive puede ser combinada de diferentes formas, para generar mapas derivados que

pueden reflejar situaciones reales o hipotéticas. El sistema se caracteriza porque desarrolla un conjunto de programas que permite efectuar cálculos, superposiciones, transformaciones, diseño y dibujo de los mapas de salida, lo cual permite realizar tomas de decisiones a diferentes niveles en forma objetiva.

Numerosos trabajos se han desarrollado utilizando esta técnica; es el caso de la realización de inventarios de recursos naturales (Behm et al, 1989), elaboración de atlas (Fernández et al, 1989), planes de uso de los recursos hídricos (Muro, 1989), evaluaciones ambientales de ruta (Pérez, 1989), planificación y evaluación de proyectos energéticos con la utilización de fuentes no convencionales (Yanes et al, 1989) entre otros.

Pardi (1989) aplicó esta técnica para evaluar a gran escala el estado de la conservación de la vegetación natural en Venezuela, obteniendo un mapa el cual refleja que de los 139 tipos existentes, solo 81 (58.3%) están protegidos por las figuras de Parques Nacionales y Refugios de Fauna Silvestre. La realización de este trabajo permitió concluir que gran parte de los tipos de vegetación natural existente, no están completamente protegidos a nivel de diversidad; asimismo la extensión cubierta por algunos tipos es insuficiente. La información así producida podrá ser utilizada para planificar la ubicación y extensión de áreas para la estricta conservación de la vegetación natural, extender otras áreas o modificar la categoría de protección de las existentes.

González (1990) muestra un modelo de ubicación de zonas con aptitud ecológica para las especies forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), queñual (*Polylepis sp*), kolle (*Buddleia coriacea*), tassta (*Escallonia myrtilloides*) y chachocomo (*E. resinosa*), cuyos resultados se expresan en términos gráficos (mapas) y tabulares. La aplicación de este modelo permitió determinar que el nivel de aptitud ecológica del eucalipto es muy restringida, obteniéndose mejores resultados en las especies nativas (kolle y quenual). Esta información permitirá en los planes de reforestación, seleccionar las especies que presenten mayores probabilidades de éxito, considerando la evaluación de los niveles de aptitud ecológica.

Alarcón et al (1991) formularon a través del SIG un modelo para la determinación de áreas aptas para el manejo forestal sostenido en bosques, por el sistema de fajas de aprovechamiento a tala rasa.

Espinosa (1991), utilizó la técnica de SIG a fin de localizar áreas aptas para el establecimiento de plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus lab.*), las cuales fueron clasificadas en tres niveles de jerarquía: a) Primera Prioridad, zonas en que los factores de localización presentan sus mayores potencialidades; b) Segunda Prioridad, zonas en las cuales falla alguno de estos factores, incrementando el costo de localización y c) Tercera Prioridad, zonas donde los costos de localización son mayores que en los casos anteriores.

Bosque et al (1991) estudio la capacidad de ciertos factores físicos y socioeconómicos en la dinámica de ocupación del suelo, tomando como referencia dos años y obteniendo para

cada uno el mapa de uso correspondiente, a partir de los cuales se obtuvo un tercero relacionado con la evolución de las ocupaciones entre estas dos fechas.

Charvioco et al (1991) utilizaron la técnica del SIG a fin de lograr una mejor prevención de los incendios, una extinción más eficaz y una más idónea restauración de sus consecuencias. Elaboraron una cartografía de riesgo de iniciarse un incendio y otra de su posible comportamiento, logrando tener una imagen más objetiva de los puntos de vigilancia, situar estaciones meteorológicas y elaborar planes de ataque.

Cock (1991) usó el SIG para efectos relativos a la compra de terrenos que serían afectados por la construcción de un embalse, la reubicación de la población y las actividades relacionadas con el manejo de los predios (control de áreas). La aplicación de esta técnica permitió la actualización de límites prediales y de sus atributos, generación de la zona de protección del embalse y la verificación de áreas prediales afectadas por la zona de protección.

Zavala (1991) empleó el SIG para determinar los efectos que ocasionan los tsunamis (maremotos), las áreas afectadas, la población a evacuar, las áreas de resguardo y las alternativas de evacuación.

Bastidas de Calderón (1991) definió un modelo a fin de medir la susceptibilidad de erosión de las diferentes unidades espaciales que conforman una cuenca y cuyos resultados son mostrados en un mapa.

Villaescusa (1991) utiliza la técnica de SIG para la realización de inventarios forestales: La información obtenida de estos inventarios es fundamental para la adecuada planificación de la gestión de estos recursos en términos de protección, producción y recreación.

Los recientes avances tecnológicos permiten combinar la teledetección con los SIG, esto debido a que son fuentes que aportan información periódica y sistemática de la superficie terrestre, facilitando un conocimiento más rápido y certero de los cambios que se producen y de los recursos disponibles. La combinación de estas técnicas se utilizan en diferentes aplicaciones entre las que se mencionan la planificación del territorio a fin de lograr una ordenación del uso del suelo (Charvioco y Sancho, 1989), identificación, evaluación y monitoreo la cobertura forestal y su vegetación asociada, el uso de las tierras y los procesos erosivos de una determinada región (Otavo y Yanine, 1989).

2. PROCEDIMIENTOS-METODOLOGIA.

Todo trabajo de investigación lleva implícito la realización de un conjunto de fases o etapas que garanticen el cumplimiento de los objetivos planteados, estableciéndose para el desarrollo del presente trabajo las siguientes fases:

Fase 1. Revisión bibliográfica y cartográfica. Esta fase consiste en la recopilación, selección y análisis de los trabajos realizados en la Escuela de Geografía, Instituto de Geografía y Escuela de Ingeniería Forestal sobre la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, a fin de determinar la cantidad, calidad y utilidad de la información existente. Igualmente se consideró aquellos trabajos donde se usó el Esquema FAO como metodología para la clasificación y evaluación de tierras. La información seleccionada para la realización del presente trabajo se dividió en dos categorías:

. Información referida al área de estudio. Dentro de esta categoría se identificaron algunos de los trabajos realizados en la Unidad:

Estudio socioeconómico de los ocupantes de la Unidad Experimental de Ticoporo (Bravo et al, 1985). Se determina el proceso de ocupación de la Unidad, las estrategias que han seguido los diferentes agentes sociales para la ocupación y apropiación del espacio, la magnitud de la ocupación real y la definición de los perfiles sociales y económicos de los ocupantes. Este trabajo permitió sugerir alternativas para el manejo de la Unidad y proponer un modelo de ocupación, especificando los elementos a considerar en la metodología a ser usada en los estudios de problemas de ocupación en las reservas forestales del país.

Tipología agrícola en la Unidad Experimental de Ticoporo (Méndez, 1985). Se realizó una clasificación de las actividades agrícolas a nivel de fincas, considerando las características internas y externas de la agricultura, utilizando la metodología de la Comisión de Tipología Agrícola de la UCI y determinando las tendencias de estas actividades en la Unidad.

Integración hombre-reserva (Bricetto et al, 1985). Se elaboró el mapa base de la Unidad y el levantamiento de la información físico-natural (geomorfología, vegetación), igualmente se elaboró el mapa de uso de la tierra, efectuando un censo-catastro a fin de determinar el área y el tiempo de ocupación, los linderos, el número del grupo familiar y las actividades que se efectuaban en cada unidad de explotación (trabajo inédito).

Degradación de los suelos en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo (Rojas, 1988). Se evaluó la degradación actual y potencial de los suelos por erosión hídrica, degradación química, física y biológica. Igualmente se comprobó, de acuerdo con los resultados obtenidos, que la metodología empleada podía ser utilizada a diferentes niveles de investigación.

Caracterización de los suelos de la Reserva Forestal de Ticoporo (Ochoa et al, 1989). El estudio contempló aspectos físico-naturales y socioeconómicos, logrando caracterizar los suelos y determinar las áreas potenciales para el desarrollo de sistemas agroforestales y silvopastoriles.

Análisis de la producción forestal, período 1965-1984. Reserva Forestal de Ticoporo (Rangel et al, 1985). Se efectuó un análisis cualitativo y cuantitativo de las diferentes modalidades de aprovechamiento, llevadas a cabo en la Reserva Forestal de Ticoporo durante el período 1965-1984, a fin de que sirviese de base a los organismos encargados de la administración y toma de decisiones, para lograr un racional aprovechamiento de este recurso.

Evaluación de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo (Paredes, 1984). Se efectúa una evaluación de las plantaciones de teca y melina, cubriendo 979 ha ubicadas en el sector noroeste de la Reserva. Se aplicó un muestreo sistemático en parcelas circulares de 1000 m² cada 200 metros. La evaluación se hizo con información de las densidades, calidad de fuste, crecimiento e incremento de altura total, diámetro de altura de pecho (DAP) y área basal. De acuerdo a los resultados obtenidos se comprobó que la mayoría de las plantaciones tenían bajos rendimientos, causados fundamentalmente por la falta de mantenimiento de las plantaciones y pastoreo intensivo por parte de ganado vacuno, sin descartar la calidad de sitio.

Igualmente se tomó como referencia, el Programa de Recuperación de la Reserva Forestal de Ticoporo elaborado por la Dirección General Sectorial del Servicio Forestal Venezolano del MARNR (1990) y el informe general levantado por el Comodato ULA-MARNR (1985), sobre las actividades adelantadas en los programas y proyectos relacionados con aspectos de investigación y administración en la Unidad.

. Estudios realizados en la Escuela e Instituto de Geografía donde se aplica el Sistema FAO, para la clasificación y evaluación de tierras.

Entre estos estudios se citan el realizado por Flores (1981), en el cual luego de describir los sistemas de clasificación paramétricos y no paramétricos utilizados para la clasificación de tierras, aplica el Sistema FAO a una región de España. Este trabajo sentó las bases metodológicas para efectuar esta clasificación en algunas áreas del país, como ejemplo se encuentran los trabajos de Henríquez (1984), Gil et al (1986) y Díaz (1987) entre otros.

Fase 2. Selección de la escala de trabajo. De acuerdo con los estudios realizados en el área, se considera que el nivel de estudio es semidetallado, cumpliendo con los requerimientos metodológicos y los objetivos planteados.

Fase 3. Análisis del uso de la tierra. Este análisis consiste en determinar el tipo de uso a que está sometida la tierra, para lo cual se utilizan el enfoque de cobertura y el enfoque formal; en este caso se usó el de la UGI y el de la FAO, respectivamente.

3.1. Enfoque de cobertura. La UGI utiliza los siguientes criterios o categorías:

- . Asentamientos y tierras circundantes.
- . Horticultura.
- . Cultivos permanentes y semipermanentes.
- . Cultivos anuales.
- . Pastos cultivados y/o mejorados.
- . Pastos naturales.
- . Tierras boscosas.
- . Cuerpos de agua.
- . Tierras económicamente no productivas.

3.2. Enfoque funcional. Se utilizó una serie de criterios diagnóstico a fin de determinar el uso actual. Al respecto la FAO usa la siguiente información:

- . Producción. Considera la producción primaria y/o secundaria
- . Capital. Incluye las inversiones de capital y los costos de producción (fertilizantes, semillas, mano de obra).
- .Mano de obra. Se refiere al número de obreros/día/ha/año; información que permitirá estimar su intensidad anual.
- .Mecanización. Incluye el uso de tracción animal, maquinaria y herramientas agrícolas.
- .Propiedad de la tierra. Es un criterio de gran importancia ya que va a condicionar el otorgamiento de créditos para el mejoramiento de la actividad a realizar (agrícola, forestal o pecuaria).
- .Tamaño y forma de las parcelas. Es preciso determinar los tamaños mínimos de las parcelas, que garanticen un estándar de vida aceptable; igualmente la forma de las unidades de explotación deben ser analizadas a fin de utilizar, en forma racional, maquinaria agrícola.
- .Conocimiento de los agricultores. En este criterio se analiza el nivel agrotécnico que presentan los agricultores, así mismo su actitud ante innovaciones agrícolas.
- .Asistencia técnica. Se refiere a las actividades de extensión agrícola que se brinda a los agricultores, incluye frecuencia y orientación.
- .Disponibilidad de créditos agrícolas. Incluye el otorgamiento de créditos, las políticas que los rigen y las entidades (públicas y/o privadas) que los conceden.

Fase 4. Alternativas de categorías de uso. Se refiere a los posibles usos que son factibles de desarrollarse de acuerdo a las características físico-naturales y socioeconómicas que presenta un área. Para el caso de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, analizando sus condiciones jurídicas, socioeconómicas y físicas, las alternativas sugeridas son las siguientes.

- Agricultura mejorada de cultivos anuales y hortícolas, en secano, asociadas a especies forestales.

- Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra o mejoradoras de la fertilidad del suelo en potreros.
- Plantaciones forestales.

En esta fase se define los requerimientos de los usos alternativos, es decir, las condiciones agroecológicas óptimas, bajo las cuales un cultivo o uso particular produce su máximo rendimiento.

Fase 5. Diseño e implantación de la base de datos geográficos. Esta se elabora considerando los requerimientos de información para la aplicación seleccionada y los datos existentes para el área (mapas e información de texto).

Una de las fases más importantes en el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica es la creación de la base de datos que alimentará el sistema y que permitirá al mismo satisfacer las necesidades de información de los usuarios.

Para crear esta base de datos fue preciso establecer su diseño el cual, según Elmasri y Navathe (1989), está conformado por las siguientes fases:

- 5.1. Recolección y análisis de requerimientos.
- 5.2. Diseño conceptual.
- 5.3. Selección del sistema manejador de la base de datos.
- 5.4. Diseño lógico.
- 5.5. Diseño físico.

A continuación se hace una descripción de las fases mencionadas:

- 5.1. Recolección y análisis de requerimientos. Esta fase comprende la recolección y análisis de las necesidades de información y los requerimientos de los datos por parte de los usuarios.

En una Base de Datos Geográficos, esto incluye datos gráficos que señalan la localización de rasgos en la superficie terrestre y, datos no gráficos (atributos) que describen las características de esos rasgos.

- 5.2. Diseño conceptual. Comprende la realización de dos actividades en forma simultánea: diseño del esquema conceptual y diseño de transacciones.

5.2.1. Diseño del esquema conceptual. Se analizan cuáles son los requerimientos de los datos (información que se obtiene en la fase anterior), los cuales se traducen a un esquema conceptual de base de datos (modelo de datos de alto nivel).

Otro aspecto que se considera son las condiciones de integridad, lo cual se refiere a las limitantes de consistencia, que deben cumplir los valores de los datos que se almacenan en la base de datos.

5.2.2. Diseño de transacción. Se refiere a los aspectos funcionales de las operaciones que se van a realizar, para lo cual se deben incorporar todos los datos que se requieran. Estas operaciones son agrupadas en tres categorías: recuperación, actualización y operaciones mixtas.

5.3. Selección del sistema manejador de la base de datos. Está dado por criterios de tipo político, técnico y económico. Su función es acceder y controlar la entrada, almacenamiento, recuperación y manejo de los datos.

5.4. Diseño lógico. Consiste en crear esquemas conceptuales en el modelo de datos del sistema manejador de base de datos seleccionado. En esta etapa se tradujo el modelo conceptual al modelo implementable, acorde al modelo de datos del Sistema Manejador de Base de Datos elegido.

5.5. Diseño físico. Implica el proceso de selección de las estructuras de almacenamiento y el camino de acceso a los diferentes archivos, para garantizar el buen funcionamiento de la base de datos.

Fase 6. Definición de las unidades de tierras. Son áreas que incluyen o asocian una diversidad de elementos físico naturales y socioeconómicos, que permiten en conjunto definir, caracterizar y delimitar una porción del terreno. En el presente trabajo estas unidades se obtuvieron considerando las unidades cartográficas de suelos (características y cualidades) y la fisiografía (posición topográfica).

Fase 7. Aptitud de las unidades de tierras para los usos propuestos. Consiste en comparar los criterios de clasificación de las categorías de uso sugeridas con las características y cualidades físico-naturales del área. Esta fase se realizó una vez obtenidas las unidades de tierras donde se comparó sus características con los criterios mencionados, resultando de esta operación una tabla de conversión la cual refleja la aptitud de las unidades de tierras para las categorías analizadas.

Fase 8. Elaboración de mapas. Esta se hizo utilizando operaciones espaciales en forma automatizada.

8.1. Mapa de Unidades de Tierras a escala 1:40.000. Se elaboró tomando como base las unidades cartográficas de suelos y la fisiografía.

8.2. Mapas de clasificación de las unidades de tierras a escala 1:40.000. Se utilizó el mapa de unidades de tierras y las tablas de conversión obtenidas para cada categoría de uso propuesta, obteniéndose así tres (3) mapas:

8.2.1. Agricultura mejorada de cultivos anuales y hortícolas, en secano, asociadas a especies forestales.

8.2.2. Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra o mejoradoras de la fertilidad del suelo en potreros.

8.2.3. Plantaciones forestales.

Fase 9. Redacción de la monografía. Se efectuó considerando las fases mencionadas, así como también los resultados y el análisis de la metodología aplicada.

3. Programas y equipos utilizados.

Para la realización del presente trabajo se utilizó como herramientas el FOXPRO versión 2.0 con el cual se efectuó la implantación de la base de datos descriptiva y el programa de aplicación para la obtención de la aptitud de las unidades de tierras para las diferentes categorías de uso propuestas; igualmente se usó el software ARC/Info versión 3.4D como Sistema Manejador de la Base de Datos Gráfica, permitiendo realizar actividades de digitalización y depuración de las coberturas (mapas), operaciones espaciales (sobreposición) y composición cartográfica.

Para usar las herramientas mencionadas se utilizó el siguiente equipo:

- . Computador compatible con IBM 486DX2-66
- . Disco duro de 240 MB
- . Memoria RAM de 4MB
- . Monitor SVGA.28
- . Mesa Digitalizadora, marca CALCOMP 1043
- . Plotters Calcomp 9000
- . Impresora Citizen 200GX

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.

2.1. Ubicación, extensión y límites.

La Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, se encuentra localizada al suroeste de Venezuela, en los altos llanos occidentales, específicamente en el estado Barinas entre los ríos Socopó y Acequías.

Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 08°03'20" - 08°18'17" de Lat. Norte y 70°27'53" - 70°02'20" de Long. Oeste, ubicándose político-territorialmente en los municipios Ticoporo y Ciudad Bolivia del Distrito Pedraza del estado Barinas; presenta una superficie de 24.000 ha. (Fig 2.1)

El área de estudio limita al norte con la carretera Pica Roja y los centros poblados de Socopó y Bum Bum, al sur con el camino de tierra de la Recta del Saraviero, al este con Ciudad Bolivia y los ríos Acequias y Anaro y al oeste con la población de Socopó, los ríos Bum Bum y Socopó.

2.2. Características físico-naturales.

2.2.1. Fisiografía - Geomorfología. (Mapa 1)

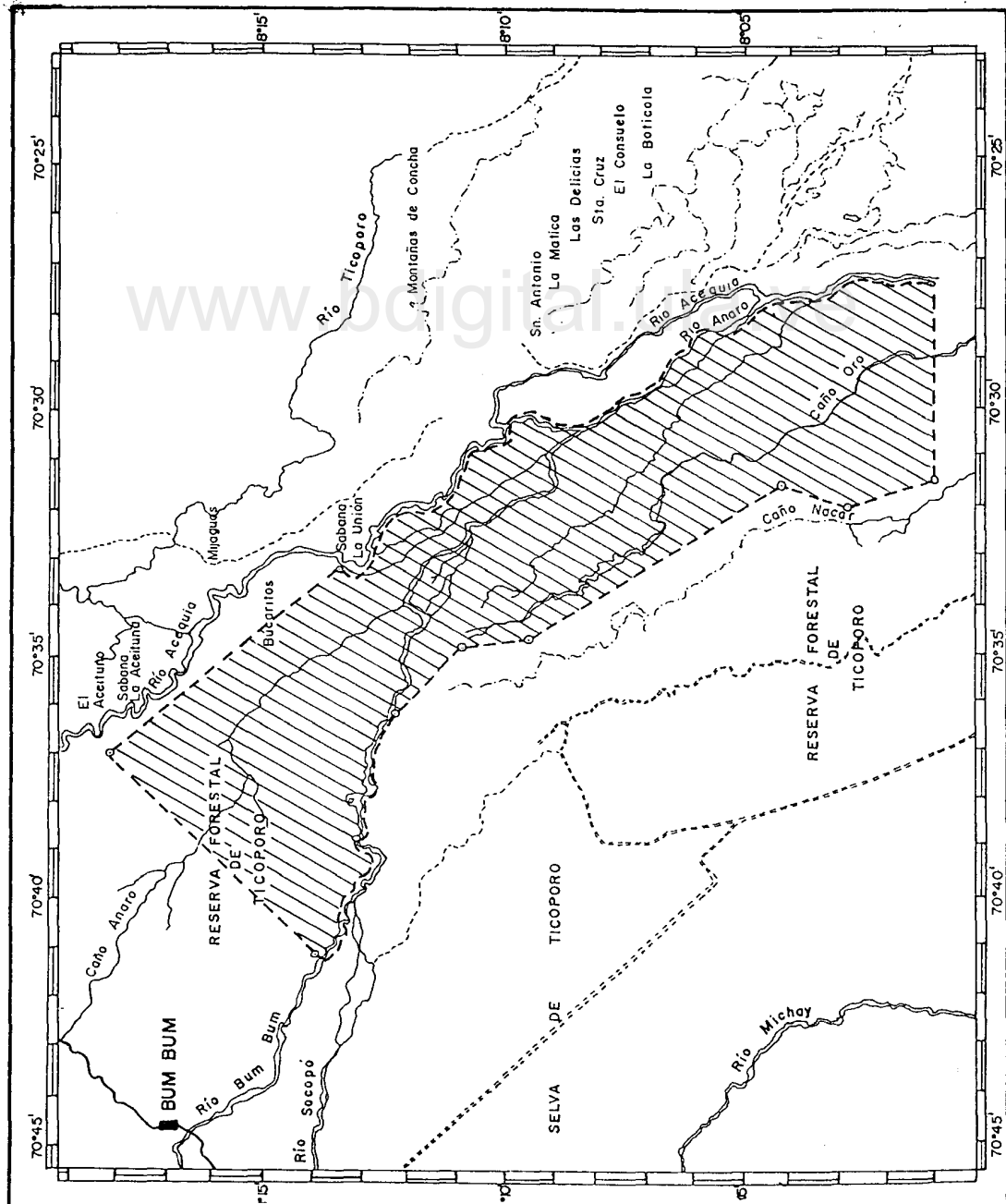
El área corresponde, de acuerdo a las características que presenta, a un paisaje de llanura aluvial, la cual es consecuencia de diferentes agentes modeladores del relieve (ríos, caños y precipitación), observándose tres tipos fisiográficos aluviales bien definidos: bancos (diques), esteros (napas) y bajíos (cubetas). Desde el punto vista geomorfológico se presentan las siguientes posiciones:

- .Depósitos por exceso de carga (Banco Alto y Banco Medio), asociados a albardones de orilla, ejes de explayamiento y napas de explayamiento.
- .Depósitos de desbordamiento o de acumulación libre (Banco Bajo), asociadas a napas de limos de desbordamiento y cubetas de desbordamiento.
- .Depósitos por decantación (Bajíos y Esteros) asociados a cubetas de decantación y esteros (Ochoa et al, 1989).

En la Tabla 2.1 se muestran las unidades geomorfológicas, sus posiciones, características generales, ubicación y superficie.

2.2.2. Geología.

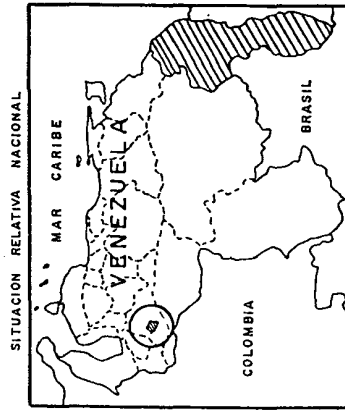
La unidad es de origen cuaternario, alimentada por los aportes de sedimentos producidos por el agua de escurrimiento, provenientes de las precipitaciones y el



LEYENDA

- LIMITE DE LA UNIDAD
- RIOS DE REGIMEN PERMANENTE
- CAÑOS DE REGIMEN PERMANENTE
- OIDAS. Y/O CAÑOS DE REGIMEN INTERMITENTE
- CAMINOS CARRETEROS
- CAMINOS DE TIERRA
- CENTROS POBLADOS

ESCALA: 1:90000



FUENTE: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, COMODATO ULA-NARRN, PROYECTO CT-2, INTEGRACION HOMBRE-RESERVA.

Fig.2.1 UBICACION DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL DE LA RESERVA FORESTAL DE TICOPORO. ESTADO BARINAS.

Tabla 2.1. Unidades geomorfológicas. Características, ubicación y superficie. Unidad Experimental de Ticoporo.

Unidades Geomorfológicas	Posición Geomorfológica	Características Generales	Ubicación y superficie.
Depósitos por exceso de carga.	Albardones de orilla, ejes y napas de explayamiento.	Su desarrollo pedogenético es escaso, conformando suelos relativamente jóvenes, en su mayoría entisoles y algunos incepsisoles	Parte norte: se localizan en la margen derecha del río Acequias en los alrededores de El Terminal, ocupando aproximadamente 1.895 ha. En la parte sur ocupan aproximadamente 2.827,9 ha. Se ubican en la margen derecha del río Anaro y hacia la margen izquierda del caño Anarito así mismo en las márgenes del caño Las Curvinatas.
Depósitos de desbordamiento o de acumulación libre.	Napas de limo y cubetas de desbordamiento.	Sus texturas son de medias a finas, con elevados porcentajes de limos. En estas posiciones se observan incépsisoles y molisoles.	Ocupan una superficie aproximada de 4.763,8 ha. En Las Caramas estas posiciones se localizan entre los ríos Socopó y Acequias, antes de su confluencia y hacia las nacientes del río Anarito. Presentan una superficie de 712,4 ha. En la parte sur se localizan entre caño Anarito y caño Las Curvinatas hacia la margen derecha de este último. Ocupan 2.977,1 ha.
Depósitos por decantación.	Cubetas de decantación y esteros.	Se caracterizan por texturas finas con elevados porcentajes de arcilla. En ésta posición se ubican los suelos más desarrollados.	Sector norte: Cubren una superficie de 2.762,13 ha, ubicándose en la margen izquierda del río Socopó, al sur del sector norte de Las Caramas y en las cercanías de la carretera que conduce a El Terminal. Sector sur: Cubren una superficie 6.302,4 ha de la Unidad Experimental; por el suroeste entre el caño Anarito Isla de y la Reforma.

Fuente: Ochoa et al (1989)

miento de los ríos Bum Bum, Socopó y Acequias y los caños Negro y Anzro. Según Ochoa (1982), entre las principales formaciones geológicas que aportan sedimentos a esta cuenca se encuentran:

.Formación Bella Vista (Precámbrico Superior). Está conformada litológicamente por filitas y filitas esquistosas, de color gris verdoso y gris oscuro, esquistos cloríticos y pizarras de gris oscuras a negras, con abundantes inyecciones de cuarzo y esquistos carbonosos, formados por sericitas, filitas carbonosas y cuarcitas. Igualmente aflora la granodiorita o granito, roca de tipo ígnea plutónica compuesta por clorita y magnetita.

.Formación Cerro Azul (Cámbrico). Está constituida litológicamente por dos Conjuntos. Conjunto Inferior: conformado por filitas de color gris oscuro a negro y Conjunto Superior: compuesto por filitas de color gris verdoso, azulosas y plateadas, con grandes inyecciones silíceas, intercaladas con capas de cuarcita y metalimolitas de tono gris verdoso. En las secciones finas de la formación se presentan las siguientes facies: esquistos sericíticos y cuarzosos, filitas carbonáceas, cuarcitas gradadas, meta-areniscas, meta-areniscas gradadas, meta-areniscas calcáreas y metalimolitas.

.Formación Sabaneta (Permo-Carbonífero). Se presenta en el área como una secuencia conglomerática discordante sobre la Formación Cerro Azul, conformada por fragmentos de rocas silíceas (granito, cuarzo) y remanentes de esquistos; en su sección fina se observan numerosos fragmentos de roca y guijarros de cuarzo, en una matriz heterogénea.

.Formación Paguey (Eoceno-Superior). Está constituida litológicamente por areniscas ferruginosas, carbonáceas de color gris oscuro y de grano fino medio, asimismo de lodolitas, limolitas y lutitas.

.Formación Gobernador (Eoceno Medio y Superior). Litológicamente está conformada por areniscas cuarzosas, de grano fino a grueso de color claro a pardo, en capas medianas a gruesas, con estratificaciones cruzadas, intercaladas con limolitas claras, lutitas carbonáceas y calcáreas de color gris claro.

.Formación Parángula (Mioceno Inferior). Está representada por una alternancia de capas conglomeráticas, limolitas y lodolitas abigarradas y areniscas. Los conglomerados son de grano grueso, con una matriz arcillo-arenosa, conformada por cantos de cuarcitas y granitos con abundante pedernal. Las areniscas son friables, de grano fino a medio, en estratos macizos con estratificación cruzada; las lodolitas y limolitas son de tonos morados, pardos rojizos y grisáceos.

.Formación Río Yuca (Mio-Plioceno). Conformada por numerosas capas compactas de conglomerados; areniscas compactas, friables, de grano medio a grueso, de colores gris pardo, amarillo mate y verdoso; en profundidad presenta arcillas y arenas de textura variable.

.Formación Guanapa (Pleistoceno). Está constituida litológicamente por conglomerados, arenas y arcillas en estratificación cruzada, mal consolidadas y de color gris oscuro.

Ochoa (1982) presenta una secuencia para el Cuaternario que comprende desde el Holoceno Actual (Qo) hasta el Pleistoceno (Q4), encontrándose:

.Acumulaciones del Qo: se ubican a lo largo del río Socopó; ubicándose en las partes más elevadas entalladas de 1 a 2 m, en acumulaciones del Nivel Q1. En términos generales, predominan los fragmentos gruesos cubiertos por material fino, constituyendo las denominadas napas de desborde.

.Acumulaciones del Q1: Se caracterizan por una red de canales anastomados, unidos a materiales grueso. El material superficial está conformado por acumulaciones de espesor constante arcillo-limoso a limoso.

.Acumulaciones del Q2: El depósito grueso está conformado por material heterogéneo, de cantos rodados de 4-7 cm., con matriz arenosa, lo cual es indicativo que la acumulación se formó durante fuertes crecidas, con rápido descenso de las aguas; las facies de recubrimiento tienden a ser limosa y arcillosa.

.Acumulaciones del Q3: Están representadas por depósitos de facies variables, formadas por material fino, arcilloso-limoso, constituidas por cantos heterométricos de 4 a 6 cm.; distribuidos en una matriz arcillo-arenosa o arcillosa que compacta el material.

.Acumulaciones del Q4: Se caracteriza por presentar componentes gruesos y heterométricos, distribuidos en una matriz arcillo-arenosa. La organización de los depósitos es reflejo de una acumulación, producto de un cambio brusco de pendiente.

2.2.3. Suelos. (Mapa 2)

En términos generales, los suelos de Ticoporo presentan inconvenientes para su aprovechamiento por causa de las inundaciones, baja permeabilidad y texturas finas; encontrándose suelos de buena calidad en los bancos (ejes de sedimentación).

Ochoa et al (1988), establecen las unidades cartográficas de suelos a los niveles taxonómicos de orden y familia. A continuación se mencionan estos niveles:

Entisoles. Se ubican en la parte norte de la unidad, en la margen derecha del río Acequias, alrededor de El Terminal; en el sector Las Caramas se ubican en la margen derecha del río Socopó, antes de su confluencia con el río Bum Bum, encontrándose igualmente en la margen izquierda de Caño Anarito y a ambos lados de Caño de Oro. Estos suelos se desarrollaron sobre posiciones topográficas altas (bancos altos-bancos

medios), ocupando una superficie de 5.377 ha. Se diferencian, a nivel de familia, los siguientes suelos:

.Typic Troorthents, franco grueso, ácido, isohipertérmico. Son suelos drenados, con una estructura blocosa subangular, cubren una superficie de 351,8 ha.

.Typic Troorthents, franco grueso, no ácido, isohipertérmico. Se caracterizan por ser suelos profundos, con texturas franco arenosa y arenosa, muy drenados y estructura blocosa subangular, cubre una superficie de 1.859 ha.

Inceptisoles. Los suelos de ésta unidad cartográfica se encuentran principalmente en posiciones medias, relacionadas con bancos medios y bajos, abarcando una superficie de 8.377,3 ha. Se diferencian las siguientes familias:

.Typic Eutropepts, franco fino, isohipertérmico. Son suelos caracterizados por ser profundos, ácidos, de texturas franco a franco limosas, mal drenados, con una estructura blocosa subangular, cubren una superficie de 615,2 ha.

.Fluventic Dystropepts, franco grueso, isohipertérmico. Son suelos profundos, de moderado a bien drenados, de moderada acidez, texturas franco a franco arenosas y estructura blocosa subangular. Presenta una superficie de 983,4 ha.

.Oxic Dystropepts, franco fino, isohipertérmico. Son suelos profundos y ácidos, texturas franco a franco arcillosa, moderadamente drenados y estructura blocosa subangular. Abarcan aproximadamente 2.095 ha.

.Fluventic Eutropepts, franco grueso, isohipertérmico. Se caracterizan por ser suelos moderadamente profundos, moderadamente ácidos, bien drenados, con textura franco y estructura blocosa subangular. Ocupan una superficie de 1.275 ha.

.Fluventic Dystropepts, franco fino, isohipertérmico. Suelos profundos, de moderada acidez, con texturas que van desde franco a franco arenosa, con una estructura de tipo blocosa subangular. Aproximadamente cubre 983,4 ha.

.Epiaquic Humitropepts, franco fino, isohipertérmico. Son suelos profundos, bien drenados, con texturas franco, franco arcillosa y franco limosa y una estructura blocosa subangular. La superficie que abarca es de 951 ha.

.Fluvaquentic Eutropepts, franco fino, isohipertérmico. Son suelos profundos, bien drenados, ligeramente ácidos a alcalinos, texturas que van de franco limosa a franco arcillo-limosa; con estructura que cambia de blocosa subangular a prismática en aquellos horizontes donde se incrementa el contenido de arcilla. Esta familia abarca una superficie de 879,3 ha.

Molisoles. Se encuentran ubicados en el sector Las Caramas en la margen izquierda del río Socopó, igualmente en el suroeste del área en las márgenes de Caño de Oro y al Sureste en la margen derecha del río Anaro. Los suelos de ésta unidad cartográfica se asocian a bancos bajos (napas de limos de desbordamiento y cubetas de desbordamiento); cubren una superficie de 3.674,9 ha y se encuentra solo una familia.

.Typic Hapludols, franco fino, isohipertérmico. Se caracterizan por ser suelos profundos, ligeramente ácidos, imperfectamente drenados, textura franco arcillosa y con una estructura tipo blocosa subangular. Cubre una superficie de 3.674,9 ha.

Alfisoles. Esta unidad se ubica en el sector norte de la zona, comprendido entre las vías que conducen al Remolino y a Los Corrales, en el área sur de los mismos, entre los caños Negro y Anaro y en las márgenes del Caño Osito en los alrededores de El Terminal. En Las Caramas estos suelos se localizan entre el límite oeste de este sector y Caño de Oro, asimismo entre el caño Anarito y el río Anaro. Los suelos de ésta unidad se ubican en posiciones bajas como bajíos y esteros, abarcando una superficie de 6.482,3 ha, diferenciándose sólo una familia.

.Oxic Tropudals, arcilloso fino, isohipertérmico. Son suelos profundos, imperfectamente drenados, de ácidos a fuertemente ácidos, con texturas arcillosas y estructuras de blocosa subangular a prismática.

2.2.4. Hidrografía

Los principales ríos que conforman la Unidad son: Bum Bum, Socopó y Acequias, los cuales nacen en las montañas andinas y se caracterizan por su torrencialidad, que disminuye al llegar a la llanura aluvial debido del cambio de pendiente; generándose un anastomosamiento en el cauce y problemas de inundación en algunas áreas.

Con respecto a los caños, estos presentan un patrón de drenaje dendrítico, destacándose los caños Negro, Anaro, Anarito, Oro y Caño de Oro.

2.2.5. Clima

Para obtener la información correspondiente a la precipitación, hubo que utilizar los datos de las estaciones ubicadas en Bum Bum y Canaguá, por su cercanía al área de estudio, obteniéndose las precipitaciones medias anuales de 2.565 mm. y 2.524 mm., respectivamente (Tabla 2.2).

Al analizar el comportamiento espacial de la precipitación, se observa que aumenta de NE-SO, debido fundamentalmente a la convergencia intertropical (mayo-junio y julio) y al centro semipermanente de altas presiones (Aguilar et al, 1986). En la Fig. 2.2 se presenta la distribución de la precipitación para ambas estaciones, observándose dos picos, (Junio -

Septiembre) con su máximo en Junio. Asimismo, se observa que el período de lluvia se presenta entre los meses de Abril - Noviembre y el de sequía de Diciembre a Marzo.

Tabla 2.2. Precipitación media anual para las estaciones de Bum Bum y Canaguá. Período 1970-1982.

Estación	Serial	E	F	Mz	Ab	My	Ja	Jl	Ag	S	O	N	D	Pp. Media Anual
Bum Bum	3191	30,2	36,3	99,6	278,7	308,4	361,7	334,6	284,7	300,9	280,3	173,7	75,8	2.564,9
Canaguá	3194	35,5	44,6	124,2	275,1	306,7	320,4	286,3	291,6	297,3	291,7	176,7	74,2	2.524,3

En relación a la temperatura media anual, está fue tomada de los promedios registrados en la estación Barinas-Socany, representativa del área de estudio, obteniéndose un valor de 26,4 °C.

La evapotranspiración potencial fue calculada por Rojas (1988) a través del Método de Thornthwaite, utilizando los datos de precipitación de la estación de Bum Bum y de temperatura de la estación Barinas-Socany, obteniéndose un valor total anual de 1.586,9 mm. y 1.400,5 mm. de evapotranspiración anual y evapotranspiración real respectivamente.

Considerando el comportamiento de la precipitación media mensual y la evapotranspiración potencial, se realizó un balance hídrico para el área, observándose un período de déficit de agua en los meses de Enero, Febrero y Marzo (Fig. 2.3).

2.2.6. Zona de vida.

Según Holdridge, el área se encuentra enmarcada dentro del Bosque Húmedo Tropical (bh-t), caracterizado por presentar una precipitación promedio anual que oscila entre 1.800 y 3.800 mm., con una temperatura promedio anual superior a los 24 °C.

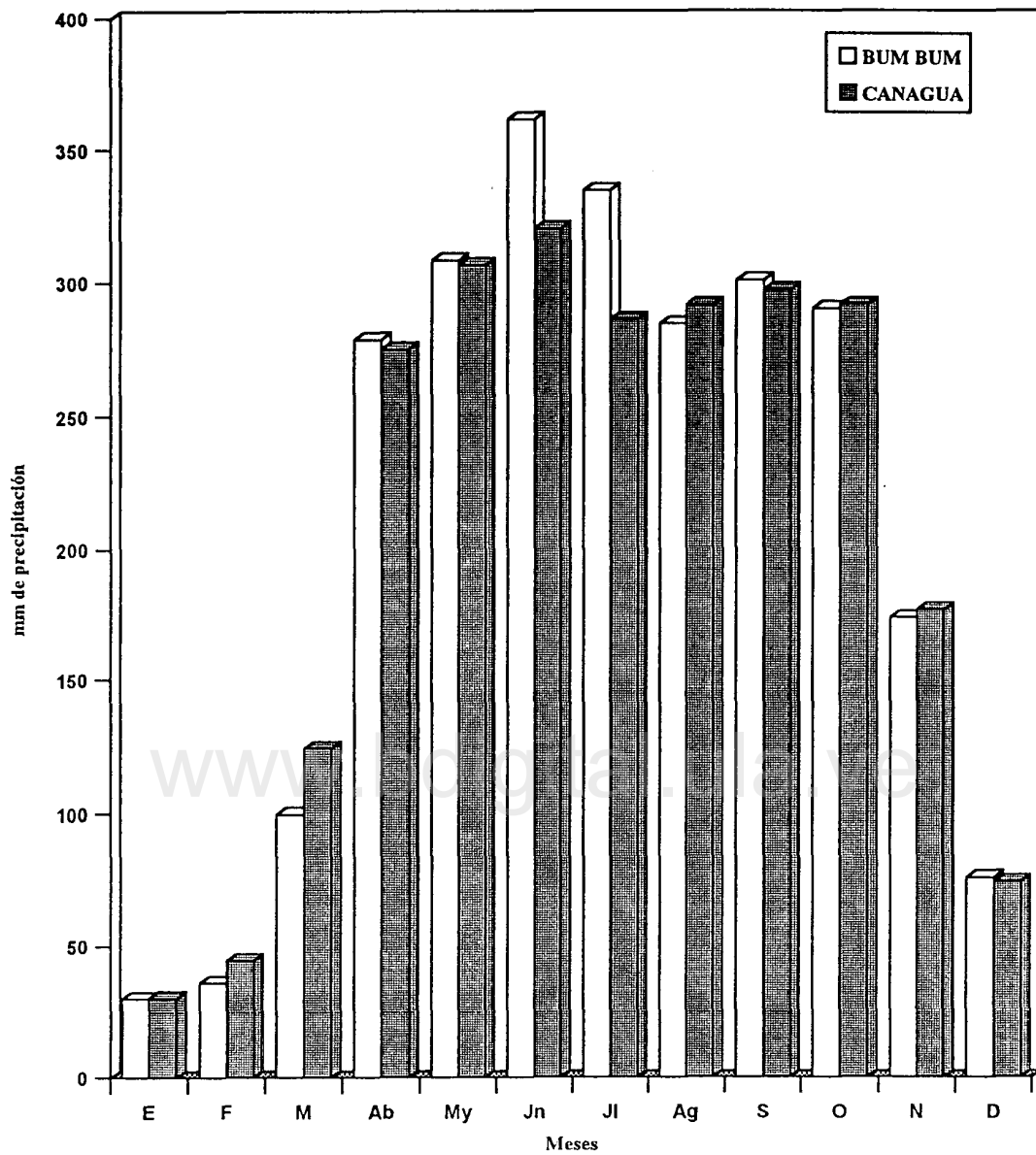


Fig. 2.2. Distribución de la Precipitación para las Estaciones de Bum Bum y Canaguá.
 Período 1970-1982
 Fuente: Aguilar et al (1986)

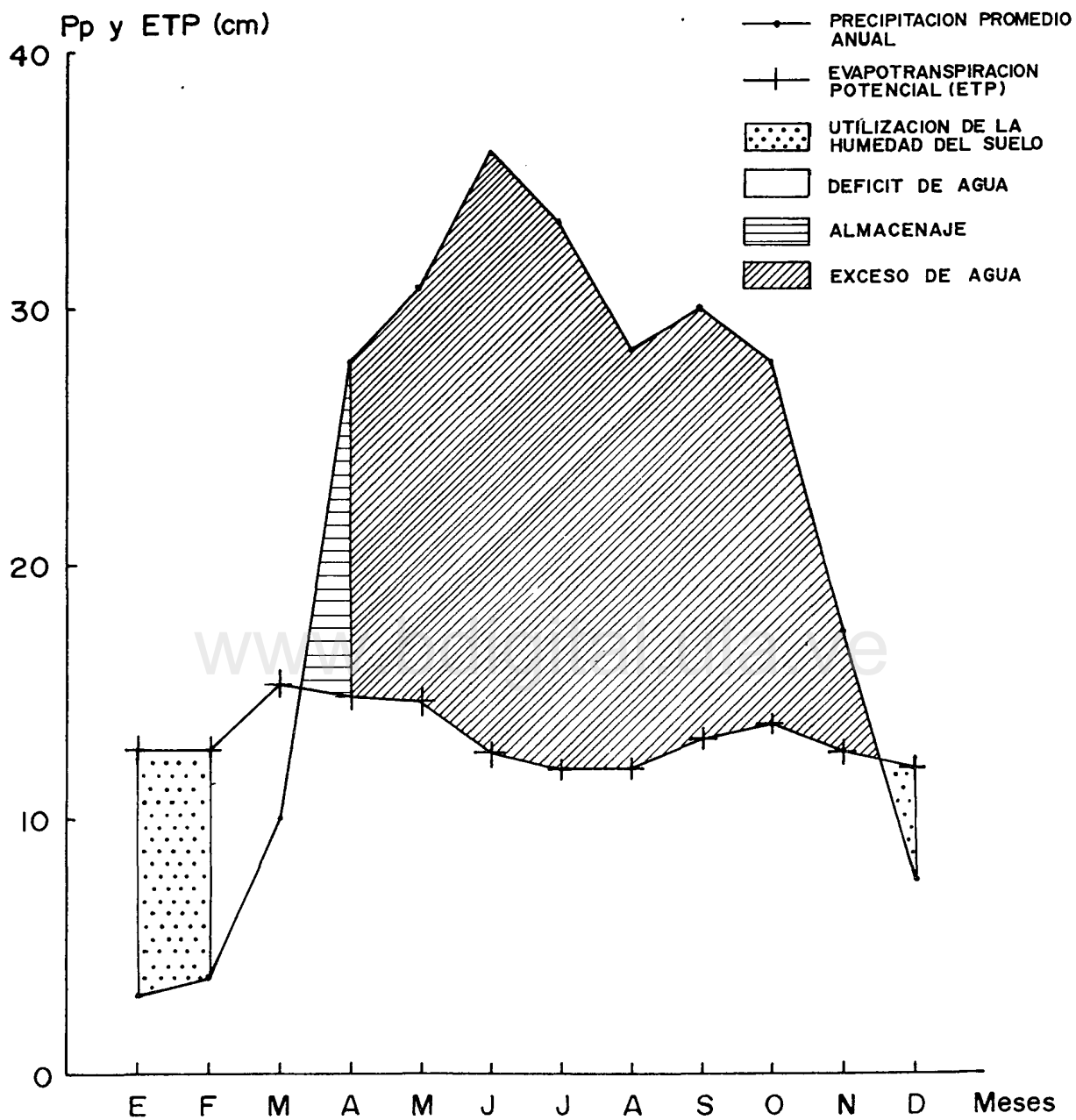


Fig.2.3 BALANCE HIDRICO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL DE TICOPORO.

FUENTE: OCHOA ET. AL. (1989)

2.3. Características socioeconómicas de los ocupantes.

Estas características se analizaron considerando el trabajo realizado en la Unidad por Bravo et al (1986), a nivel de los sectores: Las Caramas, El Terminal - Caño de Oso y el sector ocupado por terratenientes.

.Sector Las Caramas. Este sector se encontraba ocupado por 52 parceleros sobre una superficie de 949 ha, siendo el promedio por parcela de 18,3 ha dedicadas a agricultura de conuco (maíz, yuca y plátano). Estas se localizaban en la margen izquierda del río Socopó, entre la desembocadura de Caño Negro hasta 5 km. aguas arriba de las Bocas de Anaro, con la finalidad de proveerse de agua y de vía de comunicación a la vez. El tiempo de permanencia de los ocupantes era de aproximadamente 2 años, estando el grupo de ocupantes constituido por familias calificadas como semiproletariado de origen rural.

.Sector El Terminal - Caño de Oso. Se ubica al NE de la Unidad, entre el río Acequias y Caño Anaro, cubriendo una superficie de 4.500 ha aproximadamente y considerado uno de los de ocupación más antiguo (tiempo de permanencia promedio de 11.4 años), lo cual se refleja en la localización de asentamientos más estables y accesibles a la Troncal 05. Se observa en el centro poblado El Terminal ciertos servicios públicos, tales como escuela y alumbrado eléctrico; asimismo, a pesar de haber sido decretada como reserva en 1955, existía confusión en cuanto a sus límites, lo cual originó que fueran otorgadas, por parte del Concejo Municipal del distrito Pedraza, títulos de propiedad y/o legalización por compra-venta de tierras.

La superficie promedio de explotaciones en este sector era de 52,20 ha, para 83 fundos, ocupando una superficie total de 4.332,42 ha dedicadas a ganadería extensiva, donde aproximadamente el 70,07% estaban cubiertas por pastos mejorados y naturales, como consecuencia de las condiciones físico-naturales, específicamente en el subsector Caño de Oso y Caño Anaro, donde estos cursos se desbordan en el período lluvioso. El relieve está caracterizado por bancos bajos y bajos que restringen el uso agrícola. En el subsector este, comprendido entre Caño de Oso y el límite este de la Unidad, se presentan bancos altos que permiten el establecimiento de cultivos con cierta orientación comercial (yuca, plátano y maíz).

De acuerdo a los perfiles socioeconómicos, el 45,6% de los ocupantes se consideran semiproletariado del campo y pequeños productores (bajo nivel de vida); un 42,7% como medianos productores (niveles de vida medio a medio altos) y un 11,5% como grandes productores (alto nivel de vida).

.Sector ocupado por terratenientes. Presenta una superficie aproximada de 4.517 ha, dispersas en la Unidad; encontrándose 1.200 ha en la margen derecha del río Socopó, dedicadas a ceba de ganado propio y ajeno, 1.726 ha en la comunidad de Campo Alegre (entre los ríos Socopó y Acequias) y dos terratenientes con 470 ha, los cuales realizaban actividades agropecuarias (yuca, sorgo y ceba de ganado); el primero con una superficie de 70 ha, abarca desde El Terminal hasta la margen izquierda del río Socopó, y el

segundo ocupa 400 ha que limitan con Las Caramas.

2.4. Problemática del área.

La Reserva Forestal de Ticoporo fue decretada el 27-06-55, según Resolución N° 56 del Ministerio de Agricultura y Cría, publicada en Gaceta Oficial N° 24.788 del mismo año, cubriendo una superficie de 269.147 ha. del Distrito Pedraza del Estado Barinas. Su objetivo, al igual que el de todas las reservas forestales del país, es incentivar el desarrollo de la industria forestal, a fin de satisfacer la demanda maderera del país.

La restricción en el uso, a través del citado decreto, no detuvo las invasiones que se estaban produciendo en el área, efectuándose mayores presiones a tal punto que el Estado tuvo que desafectar 40.000 ha. en el año 1959, pasando a formar parte del Asentamiento Campesino Paiva-Capitanejo, y 43.000 ha en el sector norte de la Reserva en el año 1972, las cuales se transfirieron al IAN con fines de Reforma Agraria, quedando reducida la Reserva a 169.730 ha (Rojas et al, 1983).

En vista de la situación planteada, el Ministerio de Agricultura y Cría en el año 1970, optó por dividir la Reserva en cuatro (4) unidades de manejo, a fin de concentrar los esfuerzos tecnoeconómicos para la explotación de los bosques, concediéndose mediante contratos administrativos, bajo la modalidad de Planes de Ordenación y Manejo, la Unidad II a la Empresa Contraenchapados Táchira, C.A. "CONTACA" (40.755 ha); la Unidad III a la Empresa Maderera de los Altos Llanos Occidentales C.A. "EMALLCA" (60.800 ha) y la Unidad I a la Empresa Mixta Forestal Campesina "EMIFOCA", siendo la otra unidad (Unidad Experimental) destinada a plantaciones forestales con fines experimentales y cuyo responsable en primera instancia fue el MAC y posteriormente el MARNR.

Las unidades mencionadas han presentado problemas de ocupación, razón por la cual en el año 1975 el Ministerio de Agricultura y Cría se vió en la necesidad de realizar un censo con el objetivo de pagar las bienhechurías para sanear la Reserva, obteniéndose para el caso de la Unidad Experimental 160 fundos que ocupaban una superficie de 7.078,14 ha. Este censo permitió efectuar reubicaciones en otras áreas del Estado Barinas; sin embargo, los ocupantes de El Terminal y algunos otros ubicados fuera de este sector, no aceptaron el referido pago. En algunas áreas recuperadas se desarrollaron plantaciones forestales, específicamente en el noroeste de la Unidad, quedando las áreas restantes sin la ejecución de ningún tipo de programa (Delgado de Bravo et al, 1986).

Las medidas adoptadas no lograron solventar el problema, produciéndose nuevas invasiones; en consecuencia se agravó el proceso de ocupación y deterioro de la Unidad.

Dada ésta situación, en el año 1976 se publica un decreto presidencial, mediante el cual no se reconocen bienhechurías o indemnizaciones producidas por ocupaciones en las reservas forestales, generándose continuos desalojos por parte de la Guardia Nacional. No obstante, ésta medida tampoco detuvo las invasiones, produciéndose severos conflictos de índole social.

Esta problemática condujo a varios autores tales como Balza y Heredia, Vega y Balza, IAN y Pérez (citados por Delgado de Bravo et al, 1986) a proponer modelos de uso múltiple, con la finalidad de incorporar a los ocupantes a las actividades de manejo.

Dentro de este contexto, el MARNR concede bajo figura de Comodato la Unidad Experimental de Ticoporo (24.000 ha) a la Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, el 27 de diciembre de 1982, con el fin de realizar actividades relacionadas con la investigación en el área forestal, que puedan ser aplicadas, de acuerdo a los resultados y experiencias obtenidas, al manejo de las reservas y otras superficies boscosas del país. En el citado documento se consideró la presencia de ocupantes, por lo cual en la Cláusula Décima, se estableció su incorporación a las actividades productivas a desarrollarse en el área.

El Comodato ULA-MARNR ha desarrollado diferentes proyectos, entre los que se citan el Proyecto Integración Hombre-Reserva (1985); cuya finalidad fundamental fue levantar la información básica de la Unidad, tanto física como catastral, a fin de establecer políticas que permitiesen cumplir con los objetivos centrales del Comodato, igualmente se han realizado otros estudios por parte de diferentes organismos, encontrándose la información cartográfica y descriptiva en forma dispersa, hecho que obstaculiza las acciones de planificación y toma de decisiones, por parte de los organismos competentes.

El Estado, analizando la situación crítica de las reservas, específicamente la de Ticoporo y Caparo, promulgó en Gaceta Oficial N° 603.4421 del 05-03-90, el decreto 636, que prevé la realización de un censo en las áreas decretadas como reservas forestales, a fin de determinar las condiciones de los ocupantes, procediendo a su desalojo en forma inmediata. Al respecto, el decreto presenta una clasificación de los ocupantes, la cual se menciona a continuación:

- Ocupantes sujetos a Reforma Agraria.
- Ocupantes poseedores de buena fé (compraron las bienhechurías sin saber que el área era reserva forestal).
- Ocupantes ilícitos (no contemplados en los casos anteriores).

Para el caso de los ocupantes ilícitos, se prevé su desalojo en forma inmediata sin el pago de ninguna indemnización por concepto de bienhechurías o mejoras realizadas en la superficie que ocupa. En el caso de los otros ocupantes, el decreto contempla su reubicación fuera de la Reserva, en áreas aptas para el desarrollo de actividades agropecuarias.

La realización del censo en Ticoporo dió operatividad al Decreto 636, obteniéndose datos de la ocupación y sus características (Porcentaje de invasión, superficie total invadida, N° total de ocupantes, identificación de los ocupantes sujetos a Reforma Agraria). La Tabla 2.3 resume en términos generales los resultados del censo.

Debido a que el Decreto 636 prevé el desalojo de los ocupantes lícitos e ilícitos de la Reserva Forestal de Ticoporo, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), a través de la D.G.S. Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN) consideró que la aplicación de este decreto causaría conflictos socio-económicos, por lo cual optó por realizar un análisis socio-político, a fin de determinar la salida más viable para las partes involucradas. El análisis realizado dió como alternativa de solución, la incorporación de los ocupantes a las actividades forestales, firmándose el 04-07-92 un Acta Convenio entre el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables

Ticoporo (ASODERTI), con el compromiso de incorporar anualmente un porcentaje (%) del área al proceso de recuperación de la Reserva, prevista para un período de 37 años.

SEFORVEN, para cumplir con este objetivo, elaboró un programa de recuperación que contempla los siguientes subprogramas:

- Plantaciones forestales y sistemas agroforestales.
- Educación Ambiental.
- Investigación Forestal.
- Prevención, control y extinción de incendios forestales.
- Transformación manufacturera y artesanía de la madera.

En líneas generales, el desarrollo del subprograma plantaciones forestales y sistemas agroforestales implica la recopilación de la información existente, la cual se encuentra dispersa y la generación de datos, tanto cartográficos como descriptivos, que deben ser almacenados de tal forma que permitan su acceso rápido y que garanticen su integridad y disponibilidad en el momento en que se requieran.

Dado estos requerimientos, se considera necesario obtener información acerca de las potencialidades de los suelos en la Unidad, para el establecimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales; no obstante, para efectos del presente trabajo se utilizará la información que fue levantada para el año 1986, tanto cartográfica como descriptiva, ya que reúne las características requeridas para la utilización de la metodología de clasificación y evaluación de tierras de FAO. La versatilidad de los SIG facilitará la actualización de la base de datos espacial y descriptiva.

Tabla 2.3. Censo 1990. Reserva Forestal de Ticoporo.

Unidad	Superficie total (ha)	Total de ocupantes por unidad	Porcentaje (%)	Área Ocupada (ha)	Área ocupada con respecto a la superficie total de cada unidad.
I	45.750	611	48,42	41.220,89	90,10
II	40.775	-	-	-	-
III	60.300	13	1,03	1.398,68	3,15
Experimental	24.000	500	39,61	18.535,68	77,23
R. Fauna	16331	138	10,94	10.454,27	64,02
Total	187.156	1.262	100,00	72.109,52	38,53

Fuente: MARNR-SEFORVEN (1990).

CAPITULO III

USO DE LA TIERRA

El uso se define como la forma de utilización de la tierra, con el fin de obtener beneficios y satisfacer necesidades de la población; por consiguiente, la realización de una determinada actividad requerirá de un conjunto de técnicas de producción que garanticen los máximos beneficios, reflejando su uso el grado de desarrollo tanto de las fuerzas productivas como de las relaciones de producción (Flores, 1981).

La importancia de ésta información radica en conocer la forma como es utilizada la tierra, y determinar si el uso que se le está dando corresponde con la vocación y potencialidad que presenta. Dicha información puede ser utilizada como un indicador de las condiciones sociales, económicas y tecnológicas de los productores del área, así como también permite detectar conflictos de uso y sugerir alternativas acordes con las condiciones fisico-naturales y jurídicas del área, a fin de ser consideradas en las actividades de planificación y ordenación espacial.

En términos generales, el uso de la tierra depende de los siguientes factores:

- a. Factores culturales o humanos, los cuales están relacionados con aspectos económicos, sociales, grado de desarrollo y necesidades de la población.
- b. Factores fisico-naturales, referidos a aspectos tales como suelo, clima, fisiografía, geología, es decir, a las condiciones agroecológicas de las tierras.

Las diferentes combinaciones de los factores citados determinan los tipos de usos; sin embargo, un factor limitante (mal drenaje, pedregosidad, escasas vías de comunicación, etc.), puede condicionar un uso de la tierra y favorecer otro alternativo.

Existen dos enfoques que tradicionalmente han sido utilizados en el levantamiento y análisis del uso de la tierra, siendo estos el enfoque formal o de cobertura y el enfoque funcional o estructural.

3.1. Enfoque formal o de cobertura. (Mapa 3)

Se refiere a las características del uso de la tierra que son factibles de ser expresadas gráficamente. Según Flores (1981), el uso de la tierra desde el punto de vista formal, permite su clasificación de acuerdo al tipo de cobertura y al tiempo de permanencia (bosques, cultivos permanentes, cultivos anuales y pastos entre otros).

En tal sentido, existen diferentes clasificaciones aplicadas al uso de la tierra que se basan en aspectos formales o de cobertura, entre las que se mencionan: la clasificación del uso de la tierra del Servicio Geológico de los Estados Unidos, la clasificación del uso de la tierra del Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), la clasificación del uso de la tierra del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) y la Clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI); ésta última se utilizó en la

realización de este estudio y se adaptó al mapa de uso de la tierra elaborado por Briceño (1985), el cual es una representación visual con respecto al sistema utilizado. A continuación se describen las categorías que conforman la clasificación seleccionada y su presencia y/o ausencia dentro de la Unidad.

1. *Asentamientos y tierras circundantes.* Esta categoría no está presente en el área de estudio.
2. *Horticultura.* Está representada por cultivos de ciclo corto como tomate y pimentón, los cuales requieren de un manejo intensivo y de la utilización de insumos o inversiones no recurrentes.
3. *Cultivos permanentes y semipermanentes.* Son cultivos que no requieren de rotación de cultivos o prácticas culturales, tales como arado en forma frecuente. Entre estos cultivos se citan: plátano, cambur, lechosa, mango, limón, mandarina, grape-fruit, guayaba, guanábana, aguacate y cacao.
4. *Cultivos anuales.* Se refieren a aquellos rubros cuyo ciclo es igual o inferior a un año. Para obtener un máximo de dos cosechas al año, se requiere la realización de prácticas culturales frecuentes. Dentro de ésta categoría se encuentran el maíz, la yuca, la caraota, el ñame y el ocumo.
5. *Pastos cultivados y/o mejorados.* Se incluye dentro de ésta categoría las áreas bajo pastos, que son utilizadas en pastoreo directo o por cortas. Algunos pastos han sido sembrados, realizando mejoras como cercado, rotación de potreros y abonado entre otras.
6. *Pastos naturales.* Están representados por herbazales y arbustales.
7. *Tierras boscosas.* Esta categoría está conformada por bosques naturales y plantaciones de teca y melina.
8. *Cuerpos de agua.* Se presenta en los esteros, los cuales permanecen inundados por nueve o más meses al año.
9. *Tierras económicamente no productivas.* No están presentes en la Unidad.

3.2. Enfoque funcional o estructural.

Este enfoque está relacionado con las formas de utilización de la tierra, fundamentado en el levantamiento de información en forma directa, a través de encuestas. Del análisis de ésta información es posible conocer el grado de intensidad, el nivel agrotécnico, la orientación de la producción, etc., pudiendo de ésta forma obtener tipos de agricultura (Flores, 1981).

Dentro de este enfoque existen varios sistemas que se han usado para definir la forma como es utilizada la tierra, citándose entre estos el de la Unión Geográfica Internacional (1966), K.J. Beek y Bennema (1972), Kostrowicky (1972) y FAO (1978). Para efectos del presente trabajo fue usada ésta última por su flexibilidad, la cual permitió que se adaptara a la información que existe sobre el área. Los criterios que ésta tipología utiliza son los siguientes: producción, capital, mano de obra, mecanización, tenencia de la tierra, tamaño y forma de las parcelas, conocimiento y aptitud de los agricultores, asistencia técnica y disponibilidad de créditos agrícolas. Los criterios de tenencia de la tierra y disponibilidad de créditos no fueron considerados, ya que la zona forma parte de un área bajo régimen de administración especial; igualmente no se consideró el capital por falta de información en las encuestas realizadas (1983-1984).

Para la determinación de los tipos de uso de la tierra se usó como información base el trabajo realizado por Méndez (1985), logrando así establecer las siguientes tipologías:

1. Agricultura tradicional de cultivos anuales a nivel de subsistencia. Este tipo de actividad se localizó en el Sector Las Caramas y El Terminal-Caño de Oso, correspondiendo a productores cuyo tiempo de permanencia no superó los dos años. Se caracteriza por:

. Producción. Los cultivos fundamentales que se presentaron en ésta tipología fueron maíz, yuca y ocumo, igualmente la asociación de caraota y ñame con maíz y yuca.

. Tamaño de las parcelas. Está referido a las hectáreas aprovechadas, resultando 124 ha bajo este tipo de agricultura. Se calcula un promedio de 2,8 ha por finca o parcela.

. Nivel agrotécnico. La aplicación de prácticas agrotécnicas es baja; muy pocos productores utilizan biocidas en pequeñas cantidades, igualmente la baja productividad puede ser ocasionada por la falta de aplicación de fertilizantes a los suelos.

. Mano de obra. Las labores en las fincas se realizan con mano de obra exclusivamente familiar. Gran parte de estos productores se emplean como jornaleros en fincas más prósperas o se asocian con otros agricultores para incrementar sus ingresos. Para realizar las labores utilizan cuchillos, escardillas, machetes, picos y palas entre otras herramientas.

. Orientación de la producción. La comercialización de la producción se hace a través de intermediarios ubicados en el Sector Las Caramas y El Terminal.

Las características de ésta actividad, dada la información recabada en las encuestas realizadas entre 1983 y 1984, permitió catalogarla como de subsistencia, con niveles muy bajos de ingresos (552 Bs./mensuales /agricultor).

2. Agricultura tradicional de cultivos permanentes y ganadería extensiva. Esta tipología se localiza en el Sector El Terminal-Caño de Oso, cuyos ocupantes tienen un promedio de permanencia entre 5 y 8 años. Se caracteriza por:

. Producción. El cultivo fundamental de ésta tipología es el plátano, representando el 63% del valor de la producción agrícola; esto se debe a que este rubro ofrece ciertas ventajas económicas, que hacen posible obtener cosechas cada 15 o 22 días, dependiendo

de la época, retornando en forma rápida al agricultor las inversiones de capital realizadas. La producción pecuaria está representada por ganadería de leche, permitiendo la realización de ésta actividad ventas diarias y la obtención de productos derivados como queso, cuajada y mantequilla.

. Tamaño de las parcelas. El total de superficie aprovechada bajo este uso es de 464 ha, para un área promedio por finca que oscila entre 18,2 y 27,3 ha.

. Nivel agrotécnico. Este nivel es bajo, ya que los ocupantes utilizan solamente biocidas como insumos modernos de producción. La tierra se usa en forma extensiva.

. Mano de obra. La mano de obra utilizada en este uso es eminentemente familiar.

. Orientación de la producción. La comercialización de la producción agrícola se realiza a través de intermediarios y comercio local del caserío El Terminal. En cuanto a los canales de comercialización de la producción lechera, ésta se vendía a camioneros a puerta de finca a un precio de 2,15 Bs./lt, para el momento de la encuesta (1983 y 1984).

El ingreso bruto promedio calculado para cada agricultor fluctuaba entre 3.152,00 y 4.800 Bs./mensuales.

3. Agricultura mejorada de cultivos permanentes y ganadería semi intensiva de doble propósito. Se localiza en el sector El Terminal-Caño de Oso, teniendo sus ocupantes un tiempo de permanencia de 6 años. Se caracteriza por:

. Producción. El cultivo que identificó ésta tipología fue el plátano, el cual representa el 60% del valor de la producción agrícola, alternando con producción pecuaria de doble propósito que corresponde al 20% de la producción pecuaria total.

. Tamaño de las parcelas. La superficie total aprovechada fue de 494 ha, siendo el tamaño promedio de las fincas de 62 ha. La superficie total es discriminada en 129 ha (26,1%) de cultivos y 365 ha (73,9%) de pastos.

. Nivel agrotécnico. Es considerado como mediano. Los productores utilizan abonos químicos, pastos mejorados y biocidas.

. Mano de obra. Es principalmente familiar.

. Orientación de la producción. La comercialización se hace a través de intermediarios o directamente al mercado. La comercialización del ganado en pie, se realiza generalmente a intermediarios y gandoleros de los mataderos de Barinas y Ciudad Bolivia.

La mayoría de los ocupantes perciben otros ingresos provenientes de otras fincas fuera de la Unidad o por ser pequeños comerciantes.

4. Ganadería extensiva para producción de leche. Esta actividad se ubica en el Sector El Terminal- Caño de Oso, cuyos ocupantes tienen un tiempo promedio de permanencia de 7 y 12 años. Se caracteriza por:

. Producción. El rubro que identificó ésta tipología fue la producción de leche, ya que representa el 66,7% de la producción pecuaria. Como producción agrícola a pequeña escala se ubica el plátano.

. Tamaño de las parcelas. La superficie total aprovechada fue 324 ha, calculándose un promedio por finca de 24,9 ha. De la superficie total, 31 ha (9,6%) corresponden a cultivos y 293 ha a pastos (90,6 y 8%).

. Nivel agrotécnico. Es bajo ya que se emplean como insumos modernos de producción biocidas y en ciertos casos pastos mejorados. El uso de la tierra es de carácter extensivo.
.Mano de obra. Las labores se efectúan con mano de obra principalmente familiar.
.Orientación de la producción. La comercialización de la producción agrícola es por intermediarios; se desconoce la comercialización de la producción animal a nivel de finca.

El valor total de la producción vegetal y animal fue de Bs. 711.936,00, siendo el ingreso bruto promedio por productor de 4.564 Bs./mensuales.

5. *Ganadería semi-intensiva para producción de carne.* Esta actividad se ubicó en el Sector El Terminal- Caño de Oso, teniendo los ocupantes un tiempo promedio de permanencia de 17 años. Se caracteriza por:

. Producción. La actividad pecuaria representa el 79,0% del valor total de la producción, específicamente de ganado en pie.

.Tamaño de las parcelas. La superficie total aprovechada es de 1.510 ha, considerándose un promedio por finca de 75,5 ha. De la superficie total, 12 ha están destinadas a cultivos y 1.388 ha a pastos.

.Nivel agrotécnico. Este nivel es alto, ya que gran parte de los productores utilizan tractor, abono químico, biocidas y pastos mejorados, igualmente algunos usan para el ganado alimentos concentrados. Dada estas condiciones, el uso de la tierra es semi-intensivo.

.Mano de obra. Para la realización de las labores se emplea mano de obra asalariada.

.Orientación de la producción. La comercialización se realiza a través de intermediarios y directamente al mercado.

Este tipo de producción ganadera alcanzó un valor total de Bs. 3.144.481,00 en 1983. Los ingresos permiten a los productores dedicarse a ésta actividad, altamente rentable, aunque requiere de un mayor tiempo para recuperar el capital invertido.

6. *Ganadería intensiva orientada a la producción de carne.* Estuvo representada por ocupantes con un tiempo de estadía promedio de 21 años, ubicados en el Sector El Terminal-Caño de Oso y el área de Terratenientes. Se caracterizó por:

. Producción. Está dirigida hacia la producción de ganado en pie, representando el 94,3% del valor total de la producción ganadera.

.Tamaño de las parcelas. El área aprovechada es de 2.490 ha dedicadas a pastos, calculándose un promedio por finca de 311 ha.

.Nivel agrotécnico. Es considerado como alto, ya que los productores utilizan pastos mejorados, alimentos concentrados, tractores para la preparación de tierras y biocidas. El uso de la tierra es intensivo.

. Mano de obra. Es exclusivamente asalariada.

. Orientación de la producción. La comercialización se realiza a través de intermediarios o directamente al mercado.

El ingreso bruto promedio era de 25.240,00 Bs./mensuales/productor; por otra parte los ocupantes de las fincas por lo general son comerciantes, tienen fincas en otros sitios fuera de la Unidad y tienen su residencia en San Cristóbal, Barinas o Ciudad Bolívar.

7. *Plantaciones forestales y bosque natural.* El área bruta de plantaciones es de 1.325 ha (Informe del Comodato ULA-MARNR, 1985) y está conformada por especies de Teca (*Tectona grandis L.*) y Melina (*Gmelina arborea L.*); las cuales se establecieron en 1981, no efectuándose ningún plan de corta para el año que se está analizando (1985); no obstante, se presentan a continuación algunos aspectos que caracterizan esta actividad:

. Nivel agrotécnico. Es alto, se trabaja con maquinaria pesada, se aplican fertilizantes en el momento de la plantación, así como posteriormente podas y aclareos. Se presentan viveros, en los cuales se utilizan sistemas de riego por aspersión al rocío para aprovechar al máximo el agua disponible.

. Mano de obra. Utiliza mano de obra especializada (Ingenieros y Peritos Forestales), así como también mano de obra asalariada.

. Orientación de la producción. Esta producción se comercializa a particulares, aserraderos y carpinterías, otorgando una parte a la LABONAC de acuerdo a sus requerimientos.

Los datos que se presentan a continuación, corresponden a las especies del bosque natural que fueron aprovechadas por el Comodato, no pudiendo extraer el resto de la madera por efectos de la invasión.

www.bdigital.ula.ve

Tabla 3.1. Producción de madera extraída del bosque natural. Unidad Experimental de Ticoporo.

Especie	Volumen m ³	Precio/Venta Bs./m ³	Valor Miles-Bs.	Impuesto Miles-Bs.	Saldo Comodato Miles-Bs.
Apamate	395,19	700	276,63	23,71	252,92
Caoba	320,67	1.000	320,67	22,06	288,61
Cedro	20,61	1.000	20,61	2,06	18,55
Ceiba	56,61	40	2,26	1,98	0,28
Charo	19,27	100	1,92	0,96	0,96
Chupón	216,91	50	10,84	8,67	2,17
Gateado	7,17	40	0,28	0,25	0,03
Guayubón	33,63	100	3,36	1,34	2,02
Jobo	183,91	40	7,36	6,44	0,92
Mijao	-	200	-	-	-
Pardillo	286,18	800	228,95	28,62	200,33
Peruetano	23,18	100	2,39	0,95	1,44
Saqui-saqui	5.526,18	650	3.592,02	414,46	3.177,56
TOTAL	7.090,21		4.467,32	521,53	3.945,79

Fuente: Comodato ULA - MARNR, 1985.

3.3. Supuestos utilizados para el establecimiento de la clasificación y selección de las categorías de usos.

La tierra se clasifica de acuerdo al uso más adecuado y a la aptitud que presenten los suelos para producir en largos períodos de tiempo, considerando su capacidad, limitaciones y realizando manejos que eviten su deterioro.

En tal sentido, el objetivo fundamental de la clasificación de tierras es dar el mejor uso al espacio, incrementar su productividad, evitar la degradación del ambiente y elevar el nivel de vida de los productores.

Para seleccionar las tipologías de uso para clasificar las tierras en la Unidad Experimental de Ticoporo, tuvo que considerarse una serie de aspectos, los cuales se mencionan a continuación:

- La Unidad forma parte de un área que está bajo régimen de administración especial "Reserva Forestal de Ticoporo", sobre la cual los usos están supeditados a actividades relacionadas con el sector forestal.
- Es un área que, a pesar de presentar la figura jurídica de reserva, ha sido afectada por continuas invasiones y ocupaciones, que han originado drásticos cambios en el uso, estableciéndose actividades incompatibles con los fines para la cual fue creada.
- El interés del Estado en recuperar las áreas invadidas, a través de programas de manejo forestal.

Ante estas premisas se ha optado por incorporar los ocupantes a las actividades forestales, con el fin de enfrentar la progresiva disminución del bosque. Por tal razón, los usos a ser considerados se enmarcarán dentro de los sistemas agroforestales y plantaciones forestales; sin embargo, es preciso aclarar que existe poca experiencia en el campo agroforestal, tanto nacional como internacional, por lo cual se tipificaron los usos a partir de especies arbóreas, cultivos y pastos a introducir. En tal sentido, se consideraron sus requerimientos agroecológicos, la asistencia técnica y crediticia y el nivel agrotécnico que deben tener los agricultores, de acuerdo a la actividad a realizar. Igualmente es necesario, antes de incorporar estos sistemas, establecer previamente ensayos o parcelas experimentales, a fin de probar la compatibilidad de las especies arbóreas y los cultivos, tanto espacial como temporalmente, en cuanto a competencia por luz, agua y nutrientes, tomando como base el desarrollo del sistema radicular y el vuelo de las especies. Así mismo, deben auspiciarse talleres entre las autoridades y comunidades locales a fin de mostrar las ventajas que presentan estos sistemas, planificando la actividad conjuntamente con los agricultores, garantizando de ésta manera el éxito del establecimiento de los sistemas.

En líneas generales, "los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales, en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno de manera simultánea o en una secuencia temporal" (OTS y CATIE, 1.986). La ventaja que presentan estos sistemas es que mantienen o aumentan la productividad de la tierra durante

largos períodos de tiempo, sin ocasionar degradación alguna de la misma.

Según CATIE (citado por Plonczak, 1985), estos sistemas se basan en tres principios fundamentales, referidos a producción integral agrícola-forestal-pecuaria:

- Principios de diversificación de las especies dentro de un área determinada.
- Principio de preservación del suelo.
- Principio de permanente restitución de la fertilidad del suelo.

Entre los sistemas agroforestales que se ajustan a las condiciones de América Latina y el Caribe están los siguientes:

- Sistema Silvoagrícola.

- . Taungya.
- . Árboles productores de madera comercial en los cultivos.
- . Árboles de sombra o mejoradores de suelos en cultivos.
- . Cercas vivas y cortinas rompevientos.

- Sistemas silvopastoriles.

- . Pastoreo en plantaciones forestales.
- . Pastoreo en bosques secundarios.
- . Árboles de valor en los pastizales.
- . Árboles de sombra en los pastizales.
- . Árboles frutales en los pastizales.
- . Árboles productores de forraje.
- . Cercas vivas y cortinas rompevientos.

- Sistemas agrosilvopastoriles

- . Cultivos y ganadería en plantaciones forestales.
- . Árboles asociados a cultivos y ganadería.
- . Cercas vivas alrededor de comunidades rurales.
- . Huertos familiares.
- . Pastoreo y producción de forraje en plantaciones.
- . Árboles comerciales en pastizales.
- . Árboles de sombra y/o mejoradores del suelo en pastizales.
- . Árboles y arbustos en pastizales.

Al tomar como referencia los sistemas mencionados, las condiciones que presenta el área (altitud, temperatura, precipitación) así como también el no efectuar cambios drásticos en los sistemas de producción establecidos, se sugieren a continuación los siguientes usos:

- . Agricultura mejorada de cultivos anuales y/o hortícolas, en secano, asociada a especies forestales.
- . Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra o mejoradoras de la fertilidad del suelo.
- . Plantaciones forestales.

3.4. Descripción de las categorías de uso propuestas y determinación de sus requerimientos agroecológicos.

Agricultura mejorada de cultivos anuales y/o hortícolas, en secano, asociada a especies forestales.

En la selección de los cultivos para ésta tipología, se tomaron los siguientes criterios: adaptabilidad a las condiciones físico-naturales, cultivos tradicionales del área con diferentes fines (autoconsumo y comerciales), posibilidad de cultivarlos sin riego y facilidad de conseguir semillas de buena calidad. Sin embargo, dadas las experiencias realizadas en la reserva con asociaciones de especies forestales exóticas, se consideró conveniente combinar estas especies con maíz (*Zea mays*) a comienzos de la lluvia y caraota (*Phaseolus vulgaris*) al comenzar el período seco. Igualmente existen otros cultivos que, de acuerdo a sus requerimientos agroecológicos pueden ser establecidos, entre los que se mencionan: sorgo, tomate, yuca, ñame, melón, pimentón, ocumo y arroz, no obstante, es preciso para incorporarlos dentro de esta tipología, realizar ensayos con especies forestales a fin de probar su compatibilidad. En la Tabla 3.2 se presentan los cultivos mencionados con sus respectivos requerimientos.

En relación a las especies forestales, estas se seleccionaron en base a su adaptabilidad, rápido crecimiento y la facilidad de ser asociada a cultivos, demostrada en experiencias realizadas en la Reserva; igualmente la posibilidad que presentan de generar madera para aserrío y productos secundarios que se pueden comercializar. Las especies propuestas son de tipo exóticas, conformadas por Teca (*Tectona grandis*) y Melina (*Gmelina arborea*). La Tabla 3.3 muestra las características fundamentales de las especies mencionadas.

La asistencia técnica y crediticia debe ser auspiciada por el Estado, debido a la condición de "ocupantes" de los agricultores del área. Esta actividad permitirá el manejo adecuado de los cultivos y el mantenimiento y protección de los suelos. El otorgamiento de créditos incentivará el desarrollo de ésta actividad, permitiendo a la vez el mejoramiento del nivel de vida de los productores, a través de la utilización de nuevas técnicas que incrementen la producción, con el mínimo deterioro del ambiente, garantizando la sostenibilidad de la misma en el tiempo.

El nivel técnico y aptitud de los agricultores se considera de medio a alto. Debido al tipo de actividad se requiere de conocimientos específicos en cuanto a espaciamientos entre cultivos-especies arbóreas, rotación de cultivos, uso de fertilizantes, biocidas y técnicas silviculturales en general; asimismo es conveniente medir el rendimiento de las especies utilizadas, comparando los resultados obtenidos con áreas de plantaciones y monocultivos de las especies utilizadas.

Tabla 3.2. Requerimientos agroecológicos de los cultivos anuales y hortícolas propuestos para la Unidad Experimental.

REQUER	ALTITUD (msnm)	CICLO VEG (días)	TEMP (°C)	PRECIP (mm)	S U E L O S						
					Textura	Pofund. (cm)	Fertilid.	Drenaje Interno	Inundaciones	Reacción (pH)	C. Freática (cm)
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	0-1600	80-140	>20	700-1100	F,FL,FA, FAL	>100	Alta	Bien drenados	Ocasionales ó sin inund.	5,5-7,5	80-120
Cañotea (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	500-1000 150-1800	75-80	18-24	600-2000	Fa,FL	>100	Alta	Bien drenados	Ocasionales	5,5-6,5	80-120
Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> L.)	0-600	85-110	26-27	350-600	FL,FAL	>100	Moderada	Bien drenados	Ocasionales ó sin inund.	5,5-8,2	80-120
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	0-1000	75-85	25-30	600-1200	FA	>100	Moderada	Bien drenados	Sin inundac.	5,5-6,8	>100
Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	0-1400	9-24 (m)	25-30	1000-2000	A,F,FL	>100	Moderada	Bien drenados	Sin inundac.	5,2-7,5	>100
Ñame (<i>Dioscorea alata</i> L.)	0-1000	9-12 (m)	20-30	1000-1500	F,FA	25-50	Moderada	Bien drenados	Sin inundac.	6,0-8,0	50-100
Melón (<i>Cucumis melo</i> L.)	0-500	65-80	22-25	60-1100	FA,F	25-50	Moderada	Bien drenados	Sin inundac.	7,0-7,5	
Pimentón (<i>Capsicum annuum</i> L.)	0-1000	95-100	19-24	600-1200	F,FAL, FA	25-50	Alta	Bien drenados	Sin inundac.	5,0-7,5	
Ocumo (<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott)	0-1500	7-12 (m)	24-28	1300-3000	F,Fa	>100	Moderada	Bien drenados	Ocasionales	5,5-7,5	80-120
Atraz (<i>Oryza sativa</i> L.)	0-500	100-130	>20	1000-4000	AL,FA	>100	Moderada	Moder. imperfect drenados	Frecuentes- muy frecuentes.	5,2-8,0	15
Plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	0-800	11-16 (m)	25-27	2000-4000	F,FA	>100	Alta	Bien drenados	Ocasionales	6,0-7,5	90-120

Fuente: Benacchio, 1982.
(m) mcses

Tabla 3.3 . Requerimientos agroecológicos de las especies exóticas consideradas potenciales en la Unidad Experimental de Ticoporo.

CARACT. ESPECIES	ALTITUD (msnm)	TEMP (°C)	PRECIP (mm)	INTENS LUZ	No. MESES SECOS	S U E L O S			M A N E J O	USOS		
						Reacción (pH)	Textura	Profund (cm)				
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	0-600	22-26	1000-2000	Alta	3-5	5,3-8,3	Fa, FAa, aF, F	>100	Sin inundac.	Distanciam-Densidad C. Abierto	20-40	Madera para aserrio, cercos vivos.
Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	0-800	21-28	1000-2500	Alta	2-4	5,3-8,3	Fa, FAa, AF, F	>100	Sin inundac.	2,5x2,5 m Dens.inic 1600 árb/ha	10-20	
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	0-800	20-28	600-1000	Alta	2-6	6,6-8,3	A,Fa,FuA,FAa	>100	Sin inundac.	2,5x2,5 m Dens.inic 1111 árb/ha		Fonjetera, lefia.

Fuente: Armas, 1991

Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra y/o mejoradoras de la fertilidad del suelo bajo potreros.

Para la selección de los pastos (Tabla 3.4), se consideró como criterio fundamental su adaptabilidad a las condiciones de drenaje pobre que tiene el área, sugiriéndose los pastos Guinea (*Panicum maximum*), Pará (*Brachiaria mutica*) y Alemán (*Echinochloa polystachya*), los cuales presentan buena adaptabilidad que se refleja en su rápido crecimiento, buena cobertura y fácil establecimiento por medio de estolones. Estos pastos pueden alcanzar un rendimiento de 20 Tn de materia seca/ha/año, con un promedio en altura de 1,20 m (Orellana y Ramírez, 1988).

Tabla 3.4. Requerimientos agroecológicos de los pastos propuestos para la Unidad Experimental de Ticoporo.

CARACT. PASTOS	PROFUND. (cm)	TEXTURA	REACCION (pH)	DRENAJE	C. FREÁTICA	INUNDAC.	FERTILID.
Alemán (<i>Echinochloa polystachya</i>)	50	FA-A	5,3-8,3	Medio-mal drenado.	15	Periódicas - frecuentes.	Moderada
Pará (<i>Brachiaria mutica</i>)	50	F; FA; A	5,3-8,3	Medio-mal drenado.	50	Periódicas	Moderada
Guinea (<i>Panicum maximum</i>)	50	F, Fa	5,3-8,3	Bien drenado	100	Nula	Moderada

En cuanto a las especies forestales a ser utilizadas se mencionan: el Samán o Lara (*Pithecolobium saman* L.) y el Caro (*Enterolobium cyclocarpum* L.), las cuales contienen un elevado valor nutritivo en sus frutos, muy favorable como alimento para el ganado. En efecto, el fruto del Samán posee entre 13 y 15% de proteína cruda. Para la especie arbórea Caro este valor se eleva a 19.5 % (Escalante, 1992); así mismo se sugiere la Leucaena (*Leucaena leucocephala* L.), ya que es una especie que fija el nitrógeno atmosférico, ocasionando un efecto positivo sobre los pastos donde están establecidas, suministrando a la vez forraje para los animales. En términos generales, la introducción de estas especies pueden cumplir tres propósitos específicos: sombra, forraje y productos primarios y/o secundarios.

La asistencia técnica y crediticia para el desarrollo de ésta actividad es esencial, dado los altos costos de su establecimiento y funcionamiento en sus etapas iniciales, que demandan la construcción de la infraestructura requerida o el mejoramiento de la existente. Al igual que en el caso anterior, tanto la asistencia como los créditos serán suministrados por el Estado, el cual deberá establecer políticas de extensión agrícola, orientadas a mejorar las técnicas y conocimientos de los agricultores, en cuanto a otras especies arbóreas, pastos y ganado a introducir, incluyendo la técnica de rotación de potreros; ésta última evitará la demanda de superficies boscosas para este uso.

Plantaciones forestales.

Esta tipología se dividió en: plantaciones forestales a campo abierto con especies exóticas y plantaciones forestales con especies autóctonas.

. Plantaciones forestales a campo abierto con especies exóticas. Dentro de ésta categoría se mencionan las especies de Melina (*Gmelina arborea*) y Teca (*Tectona grandis*), las cuales presentan buenas perspectivas para el establecimiento de plantaciones comerciales en los Llanos Occidentales. La importancia de estas especies radica en sus altos rendimientos, presentando turnos de aprovechamiento de 10 años en la Melina y de 20 años en la Teca. En cuanto al aspecto económico, la primera especie es considerada como potencialmente productora de materia prima para aglomerados y pulpa, debido a su turno corto; mientras la segunda especie se usa para madera aserrada, tableros de partículas, madera para contraenchapados aglomerados y madera para cerillas (MARNR-SEFORVEN, 1992). Estas especies se ubican actualmente en la parte norte de la Unidad, presentando diferentes edades con un buen desarrollo que demuestra su adaptabilidad a las condiciones físico-naturales del área.

. Plantaciones forestales con especies autóctonas. La escogencia de ésta categoría se debe a que son especies nativas que se adaptan con facilidad a las condiciones ecológicas de la zona, considerándose sus exigencias y la vocación de uso de los suelos (Tabla 3.5), siendo factibles de ser utilizadas en programas de reforestación y plantaciones en la Unidad. Entre estas especies se encuentran: Cedro, Apamate, Balso, Saqui-saqui, Pardillo y Samán.

Los insumos relacionados con semillas, plantones en stump (tocón y raíz varía de acuerdo a la especie), stripling (tallo del tamaño de la planta original y raíz de tamaño variado) y estacas, pueden ser obtenidos del vivero ubicado en Bum-Bum, el cual cuenta con personal capacitado asesorado por el Instituto de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes y del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

3.5. Unidades de tierras. Características y cualidades usadas para su definición.

Las unidades cartográficas de tierras, unidades de análisis en clasificación de tierras, se definen como porciones de tierras que presentan características y cualidades específicas, que son el resultado de estudios realizados de los recursos (Flores, 1981).

En el presente estudio las unidades de tierras se definirán en base a las unidades cartográficas de suelos (textura, profundidad, reacción, estructura, dureza, friabilidad, adherencia, plasticidad, pedregosidad superficial, susceptibilidad a la erosión e inundaciones) y fisiografía (pendiente, longitud y forma).

Tabla 3.5. Requerimientos agroecológicos de las especies nativas consideradas potenciales en la Unidad Experimental de Ticoporo.

CARACT ESPECIES	ALTITUD (msnm)	TEMP (°C)	PRECIP (mm)	INTENS LUZ	No. MESES SECOS	S U E L O S				M A N E J O		USOS
						Reacción (pH)	Textura	Profund (cm)	Inundación.	C. Abierto	Distanciam-Densidad B.Cubierta	
Apanate (<i>Tabebuia rosea</i>)	100-1000	22-27	1250- 2500	Alta	0-3	5,3-8,3	FL,FA,FA L	>100	Ocasion- frecuentes	2,5x2,5 m Dens.inic 1600 árb/ha	25-30	Ornamental, ebanistería y carpintería en general.
Balso (<i>Ocoteora pyramidalis</i>)	300-2000	22-28	1500- 3000	Alta	0-2	5,3-8,3	FL,FAa	>100	Sin inundac.	2,5x3,0 m Dens.inic 1333 árb/ha	4-6	Marquetería, láminas para enchapados, artesanía.
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	50-1400	23-28	1600- 4000	Alta	0-4	6,6-8,3	F,FA,L	>100	Sin inundac.	2,5x2,5 m Dens.inic 1111 árb/ha	30-40	Gavinetes y muebles de lujo, objetos torneados y chapas decorativas.
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	0-1200	22-32	1600- 2500	Alta	2-4	6,6-7,0	F,FA,L	>100	Sin inundac.			Muebles de lujo y cha- pas decorativas.
Mijao (<i>Anacardium excelsum</i>)	0-500	18	1000- 4000	Alta	0-5	6,6-8,3	F,FA,L	50-100	Sin inundac.			Contraenchapados
Pardillo (<i>Cordia alliodora</i>)	0-1500	20-27	1000- 4000	Alta	0-4	6,3-8,3	F,FA,FA	>100	Sin inundac.	3,0x3,0 m Dens. inic 1111 árb/ha	25-30	Muebles, puertas,machim- brados, gavinetes, contraenchapados, estan- tes y postes.

CARACT ESPECIES	ALTITUD (msnm)	TEMP (° C)	PRECIP (mm)	INTENS LUZ	No. MESES SECOS	Reacción (pH)	S U Textura	E L O S Profund (cm)	Inundacion.	M A N E J O			USOS
										C. Abierto	Distanciam-Densidad B. Cubierta	Aprov. (años)	
Samán (<i>Pithecellobium saman</i>)	0-700	22-28	760- 3000	Alta	2-4	5,3-7,0	Fa,FAa,FL FAL,F	>100	Sin inundac.	3,0x3,0 m Dens. inic 1111 árb/ha	2,5x20 m 2,5x50 m Dens. inic 80-200 árb/ha	25-40	Carpintería y construc- ción en general.

Fuente: Armas, 1991

Suelo

.Textura: Esta característica permite estimar la capacidad de retención de humedad, drenaje, contenido de nutrientes y aireación, aspectos importantes para la selección de los cultivos y la trabajabilidad del suelo. Para los fines de clasificación, se establecieron las siguientes categorías:

Categorías	Clases texturales
Muy pesadas/pesadas	A/AL
Medias	FAa/ F, FAL, FA, FL
Livianas	Fa
Muy livianas	a, aF

.Profundidad del suelo: Esta característica condiciona la adaptación y desarrollo de los cultivos, utilización de tracción mecánica y volumen de agua que el suelo está en capacidad de almacenar. A continuación se especifican las categorías establecidas.

Categorías	Clases de profundidades en (cm)
Profundos	> 100
Moderadamente profundos	100 - 50
Poco profundos	50 - 30
Superficiales	< 30

.Reacción del suelo (acidez alcalinidad) - pH. Es una característica de gran importancia, ya que los cultivos presentan ciertos requerimientos específicos de pH, que inciden en el crecimiento de las plantas y en la absorción de nutrientes. Las categorías se establecieron considerando los criterios para la interpretación de análisis de suelos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de La Universidad de los Andes.

Categorías	Valores de pH
Extremadamente ácido	2,5 - 4,5
Fuertemente ácido	4,5 - 5,2
Moderadamente ácido	5,3 - 5,9
Ligeramente ácido	6,0 - 6,5
Neutral	6,6 - 7,0
Ligeramente alcalino	7,1 - 7,5
Moderadamente alcalino	7,6 - 8,3
Fuertemente alcalino	8,4 - 9,0
Extremadamente alcalino	9,0 - 10,0

.Estructura: Se refiere a la forma como están dispuestos los agregados en el suelo; es así como se presentan las siguientes categorías:

Categorías

Blocosa subangular	Fragmentos en suelos con abundantes coloides (orgánicos e inorgánicos) y alternancia de sequía y humedad.
Prismáticas	Presentan una génesis similar a la anterior, pero con mayor profundidad en los horizontes. Las columnas se muestran degradadas en su extremo superior por la acción dispersiva del sodio.
Granular	Se originan de fenómenos de construcción biológica, bajo la influencia de materiales orgánicos evolucionados y abundantes macroorganismos.

.Consistencia: Esta característica se define de acuerdo a la dureza, friabilidad, adherencia y plasticidad del material edáfico.

Categorías	Clases
Dureza	Suelto, blando, ligeramente duro, duro, muy duro y extremadamente duro.
Friabilidad	Suelto, friable, muy friable y firme.
Adhesividad	No adherente, ligeramente adherente, adherente y muy adherente.
Plasticidad	No plástico, ligeramente plástico, plástico y muy plástico.

.Pedregosidad (cantos y bloques de 7,5 - 25 cm diámetro). Incide en el desarrollo radicular de las plantas. Se establecieron rangos, de acuerdo al porcentaje de cobertura de cantos y/o bloques en la superficie del suelo. Se obtuvieron las siguientes categorías:

Categorías	% de superficie cubierta
Muy pedregoso	> 50
Pedregoso	50 - 20
Poco Pedregoso	20 > 1
No pedregoso	0

.Drenaje. Está en función de la textura del suelo y la pendiente. El drenaje, tanto interno como externo, influye en la trabajabilidad, capacidad de retención de humedad, adaptación y desarrollo de los cultivos. En este caso para drenaje interno se consideraron las texturas predominantes en el perfil, obteniéndose las siguientes categorías:

Categorías	Texturas
Bien drenados	a, aF
Moderadamente drenados	Fa
Imperfectamente drenados	FAa,F,FAL,FA,FL
Escasamente drenados	A,AL

.Susceptibilidad a la erosión. Está directamente relacionada con la pendiente y cobertura vegetal. Las categorías establecidas son las siguientes:

Categorías	Pendiente (%)	Densidad de la cobertura vegetal
Fuerte	50-100	Sin vegetación
Moderado	30-49	Rala (< 50%)
Ligera	10-29	Medianamente densa (50 - 75%)
Casi nula	0-9	Densa (>75%)

.Susceptibilidad a las inundaciones. Dentro de ésta cualidad, se consideraron las siguientes categorías:

Categorías	Tiempo
Alta	Se inunda por más de tres meses o permanece inundada (frecuente).
Media	Se inunda una vez al año (periódica)
Baja	Se inunda una vez cada 5 años.
Nula	No se inunda.

.Capa freática. Se refiere a la profundidad donde se encuentra el agua en el suelo. Es una característica de gran importancia de la que depende el desarrollo de las plantas.

.Fertilidad. Es la abundancia, balance y capacidad del suelo de proveer nutrientes. Para determinar la fertilidad se optó por considerar los valores medios de nitrógeno (N), fósforo (F) y potasio (K) utilizados en el Laboratorio de Química Agrícola del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA para la interpretación del análisis de suelos, ya que es difícil encontrar los niveles catalogados como óptimos para cultivos en el país; además hay que considerar que las especies forestales requieren explorar un mayor volumen de suelo y en consecuencia tienen mayor capacidad de absorber nutrientes.

Categorías:	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Sin limitación	0.2-0.8	13-25	130-350
Ligera	0.2-0.8	13-25	0-129
	0.2-0.8	0-12	130-350
	0-0.1	13-25	130-350
Moderada	0-0.1	0-12	130-350
	0-0.1	13-25	0-129
	0.2-0.8	0-12	0-129
Fuerte	0-0.1	0-12	0-129

3
Clima.

El clima es un factor determinante en el establecimiento y desarrollo de las actividades agropecuarias en un área. Este se analizó considerando la temperatura, precipitación y balance hídrico. No obstante, debido a que la zona de estudio es

relativamente homogénea (llanura aluvial), no se presentan cambios drásticos en estos parámetros.

Fisiografía.

Es un factor que permite inferir sobre el tipo de actividades de laboreo a realizar (mecanizado o no), susceptibilidad a la erosión, trabajabilidad y accesibilidad. Dentro de este aspecto se consideraron los siguientes parámetros: pendiente, forma y longitud de las posiciones topográficas (medida considerando el eje mayor de cada unidad). A continuación se especifican las categorías asignadas a cada parámetro:

Parámetros	Rangos
- Pendiente (%)	0 - 10 10 - 20 20 - 30 > 30
- Longitud (m)	< 3000 (Corta) 3000 - 6000 (Media) > 6000 (Larga)
- Forma	Convexa Mixta (Convexa-Rectilínea) (Rectilínea-Cóncava) Rectilínea Cóncava

3.6. Esquema FAO. Tipos y criterios para la determinación de las clases de aptitud.

Una vez obtenidas las unidades de tierras, se establece su aptitud para las categorías de uso consideradas. La aptitud se define como la adaptabilidad de un tipo de tierras a un uso determinado; siendo el proceso de clasificación de tierras la evaluación y agrupación de áreas específicas en función de su adaptabilidad a usos definidos (FAO, 1976; citado por Díaz, 1987).

Tomando como referencia el trabajo de Flores (1981), la estructura que presenta el sistema de clasificación de FAO es la siguiente: orden de aptitud, clase de aptitud, subclase de aptitud y unidad de aptitud. A continuación se especifican cada uno de estos niveles:

Orden de aptitud. Se refiere a la aptitud o no aptitud de una unidad de tierra para soportar un

uso específico. Se presentan dentro de este nivel dos ordenes:

- . Orden A (aptas). Son unidades de tierras que, de acuerdo con sus características y cualidades, garantizan un uso sostenido. Las inversiones efectuadas generarán los beneficios esperados.
- . Orden N (no aptas). Son unidades de tierras que, por sus características y cualidades, no permiten un uso sostenido.

Clases de aptitud. Viene dado por varios niveles, se relaciona con el grado de adaptación jerárquico, tanto para el Orden A como para el Orden N.

Para el Orden A se presentan las siguientes clases:

- . Clase A1 - Altamente aptas. Unidades de tierras que no presentan ningún tipo de limitación que evite un rendimiento sostenido del uso propuesto, no requiriendo de grandes insumos.
- . Clase A2 - Moderadamente aptas. Unidades de tierras que poseen ciertas limitaciones que no permiten el uso sostenido, debiéndose efectuar altas inversiones que son justificadas por los beneficios a ser obtenidos.
- . Clase A3 - Marginalmente aptas. Se caracterizan por presentar severas limitaciones. Las unidades ubicadas en estas clases al ser sometidas a un uso determinado, disminuyen la capacidad productiva de la tierra.

Dentro del Orden N, se establecen dos clases:

- . Clase N1 - No apta bajo condiciones actuales. Son tierras que debido a sus características y cualidades impiden un uso específico. Las limitaciones que presentan pueden ser corregibles, a costos muy elevados y no recurrentes.
- . Clase N2 - No apta permanentemente. Son tierras que presentan tales limitaciones que impiden el establecimiento de un uso sostenido, siendo tan frágiles que se degradarían si se sometiesen a un uso específico.

Subclases de aptitud. Se especifican con letras minúsculas utilizando la inicial o el nombre de la(s) limitante (s) seguida de la clase, señalándose como máximo dos limitaciones para el uso propuesto. Las subclases no son aplicables a la Clase A1, ya que son tierras que no presentan limitaciones para un uso específico. En las subclases se consideran las siguientes limitaciones:

<i>Simbolo</i>	<i>Concepto</i>
d	Profundidad del suelo.
s	Pendiente.
p	Pedregosidad/rocosidad.
e	Susceptibilidad a la erosión.
t	Trabajabilidad.
a	Disponibilidad de agua.
f	Fertilidad.
i	Susceptibilidad a las inundaciones.
O	Disponibilidad de oxígeno en la rizósfera.
r	Capacidad de retención de agua.

Unidades de aptitud. Son divisiones de una subclase, que difieren en aspectos tales como manejo, producción, etc.

Por otra parte, una de las fases más importantes del Sistema de Clasificación de la FAO, es el establecimiento de los criterios para la determinación de las clases de aptitud, las cuales permiten conocer la adaptabilidad o no adaptabilidad de las unidades de tierras a los usos propuestos. Los criterios que se utilizaron en este estudio se citan a continuación:

- Requerimientos agroecológicos de los cultivos, especies arbóreas y pastos a utilizar en cada una de las tipologías consideradas, estableciéndose para cada caso un promedio en cuanto a la sensibilidad ambiental de los usos.
- Características y cualidades que presentan las unidades de tierras que van a influir, en gran medida, sobre los niveles de exigencias de los rubros considerados.

A partir de los criterios mencionados y considerando la estructura que presenta el sistema de clasificación utilizado, se determinaron los niveles de aptitud (A1= altamente apta, A2= moderadamente apta, A3= marginalmente apta y NA= no apta) para cada categoría de uso, los cuales se muestran en la Tabla 3.6., comparando los mismos con las características y cualidades de las unidades de tierras. Los resultados de este proceso se presentan en la denominada Tabla de Conversión, conformada en las filas por las unidades de tierras y en las columnas por las características y cualidades analizadas, las cuales contienen la clase de aptitud correspondiente a cada uno de las categorías de usos propuestos. La columna final presenta el nivel de aptitud de cada unidad, que está dado por su mayor limitante, la cual se menciona de acuerdo a su nivel de importancia.

Tabla 3.6. Criterios de clasificación para determinar la aptitud de las unidades de tierras. Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.

Uso	Categoría uso	Aptitud	Profundidad (cm)	Textura	C. Freática (cm)	Suscep-inundaciones	Suscep-erosión	Reacción	Pedregosidad
Forestal	Plantaciones	A1	>100	F/Fa	>80	Nula	Nula	5.3-8.3	No pedregoso
		A2	80-100	FaA/FL/L	60-80	Baja	Ligera	4.5-5.3	Poco pedregoso
		A3	50-80	FA/FAL/aF	40-60	Media	Moderada	2.5-4.5	Pedregoso
		NA	<50	A	<40	Alta	Fuerte	>8.3	Muy pedregoso
Agroforestal	Silvoagrícola	A1	>100	F/FA	>80	Nula	Nula	5.3-7.5	No pedregoso
		A2	80-100	Fa/FL	60-80	Baja	Ligera	4.5-5.3	Poco pedregoso
		A3	50-80	FAL/FaA	40-60	Media	Moderada	2.5-4.5	Pedregoso
		NA	<50	A	<40	Alta	Fuerte	>7.5	Muy pedregoso
Agroforestal	Silvopastoril	A1	>100	A/Fa/FaA/FaA	10-50	Alta	Nula	5.3-8.3	No pedregoso
		A2	80-100	FA/FL/FAL	50-80	Media	Ligera	4.5-5.3	Poco pedregoso
		A3	50-80	F/AF	80-100	Baja	Moderada	2.5-4.5	Pedregoso
		NA	<50	a	>100	Nula	Fuerte	>8.3	Muy pedregoso

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS GEOGRAFICOS

La *Base de datos* es una colección de datos interrelacionados almacenados con tan poca redundancia como sea posible, para que sirva en una o más aplicaciones. En tal sentido, una *Base de Datos Geográficos* es definida como un conjunto de datos espacialmente referenciados que representan un modelo de la realidad, y que poseen tres componentes que lo caracterizan: posición geográfica, atributos o propiedades y tiempo (Valenzuela et al, 1991).

Una Base de Datos Geográficos está constituida por un componente espacial conformado por información proveniente de diversas fuentes (mapas, imágenes aeroespaciales); y un componente descriptivo que proporciona las características y cualidades de esos objetos espaciales.

4.1. Diseño de la Base de Datos Geográficos.

Para construir una Base de Datos Geográficos es preciso establecer su diseño, el cual consiste en describir y relacionar los datos gráficos y descriptivos de acuerdo a la aplicación a realizar; en este caso el diseño se orienta a la Clasificación de Tierras con fines forestales y agroforestales, tomando como área piloto la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo.

Según Elmasri y Navathe (1989), el diseño de una base de datos, en términos generales, está constituido por cinco fases (Fig. 4.1)

- 4.1.1. Recolección y análisis de requerimientos.
- 4.1.2. Diseño conceptual.
- 4.1.3. Selección del sistema manejador de la base de datos.
- 4.1.4. Diseño lógico.
- 4.1.5. Diseño físico.

A continuación se explica en que consistió cada una de estas fases para la aplicación seleccionada.

4.1.1. Recolección y análisis de requerimientos.

Esta fase comprende la recolección de los datos, espaciales y descriptivos, necesarios para el uso que se le va a dar a la base de datos. En este caso se hizo una revisión de la documentación requerida para clasificación de tierras. Esta información fue la siguiente:

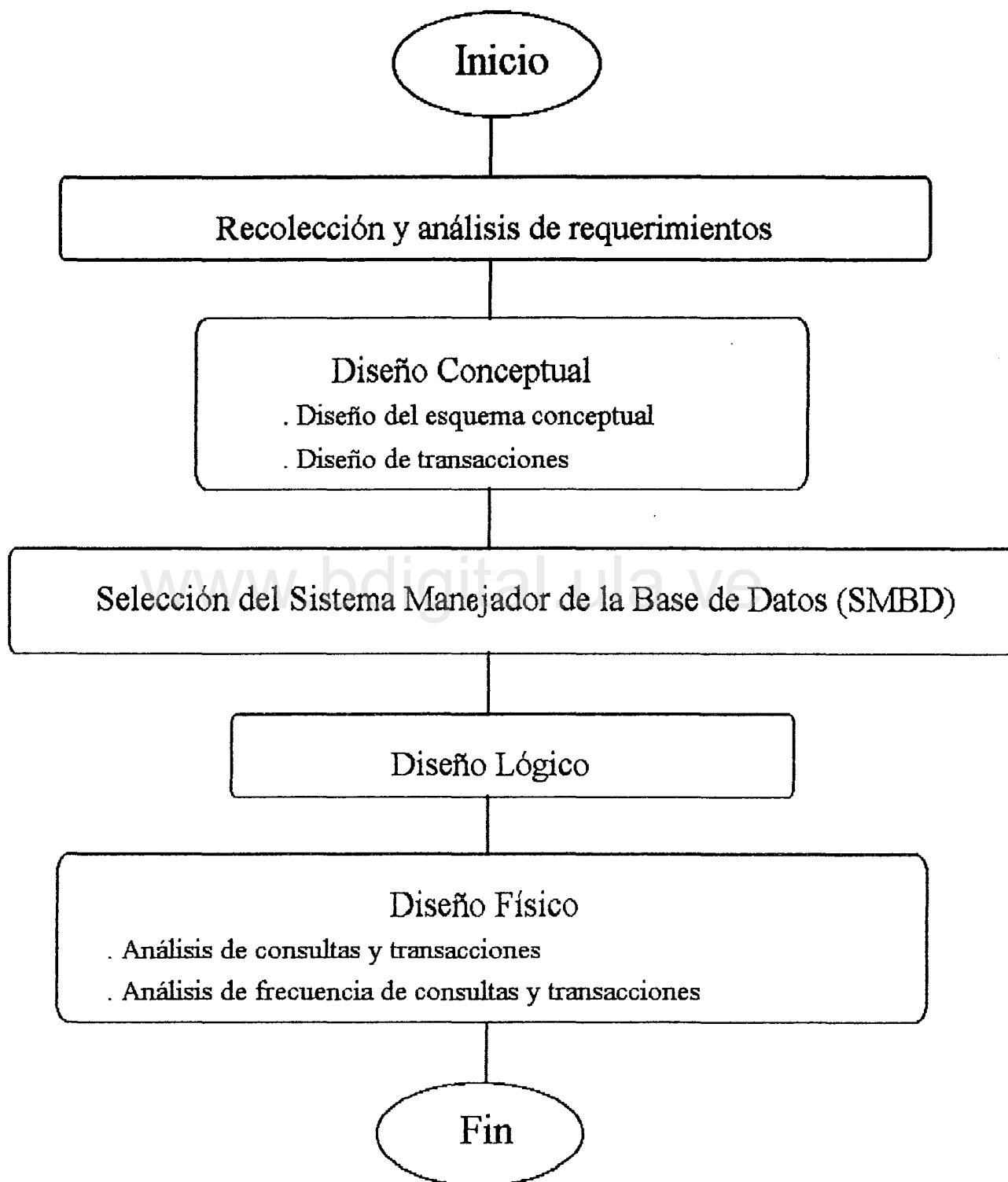


Fig. 4.1. Proceso de diseño de la base de datos geográficos para clasificación de tierras.

. *Clima*. Dentro de este aspecto se consideran la precipitación y la temperatura, parámetros de suma importancia en el momento en que se proponen usos.

. *Altitud*. Es un factor relevante al igual que el clima, ya que las especies arbóreas y cultivos requieren de ciertos valores de altitud para lograr su adaptabilidad.

. *Paisaje natural y fisiografía*. Es el conjunto de todos los rasgos físicos que identifican o particularizan un área. En este caso, el área piloto forma parte de una planicie aluvial, conformada internamente por varios tipos de paisajes fisiográficos, los cuales se diferenciaron por su nombre y forma.

. *Geología*. Conocer este aspecto es de gran importancia, ya que suministra información acerca del material parental que originan los suelos, es así como se consideran aspectos tales como edad, período, formación y litología.

. *Suelos*. Es otro factor fundamental para la clasificación de tierras, ya que de sus características y cualidades va a depender el rendimiento de las especies forestales y agrícolas propuestas para cualquier tipología de uso. Los datos que se consideran son los siguientes: profundidad, textura, reacción (pH), drenaje interno, capacidad de retención de humedad, susceptibilidad a las inundaciones, susceptibilidad a la erosión, pedregosidad superficial, fertilidad y trabajabilidad; así mismo información adicional como estructura, dureza, friabilidad, adherencia y plasticidad de los suelos.

. *Uso de la tierra*. Permite conocer los usos y las categorías establecidos en el área, los cuales sirven de referencia en el momento en que se sugieren las nuevas tipologías o usos.

. *Unidades de tierras*. Son las unidades de análisis para la clasificación de tierras. Estas surgen de procesos de sobreposición de las capas de suelo, fisiografía y uso de la tierra.

Requerimientos de las Categorías de uso. Contiene los datos acerca de las exigencias agroecológicas de las especies consideradas dentro de cada categoría de uso.

4.1.2. Diseño conceptual.

Comprende la realización de dos actividades en forma simultánea: diseño del esquema conceptual y diseño de transacciones.

. *Diseño del esquema conceptual*. Después del análisis de los requerimientos de información obtenidos en la fase anterior, se construye un esquema conceptual de base de datos, es decir, un modelo de datos de alto nivel, independiente del Sistema Manejador de Base de Datos. El objetivo fundamental de este modelo es dar una visión general de la estructura de la base de datos, su semántica, interrelaciones y restricciones.

La herramienta usada para construir este modelo conceptual fue el Modelo Entidad-Relación, donde se especifica: tipo de entidades, tipo de relaciones y sus respectivos

atributos; así mismo se identificó el atributo clave para cada entidad. Otro aspecto que se considera es la cardinalidad de mapeo (correspondencia) y la existencia por dependencia (entidades débiles). La representación de este modelo se muestra en la Fig. 4.2, donde se especifican, de acuerdo al símbolo, el tipo de entidad con su correspondiente clave primaria y el grado de cardinalidad de mapeo que se presenta entre las entidades. Las entidades, atributos, relaciones y claves primarias se mencionan en los Anexos.

Otro aspecto que se considera son las condiciones de integridad de los datos, es decir, las limitantes de consistencia que deben cumplir los valores de los datos que se almacenan en la base de datos (Anexo).

Diseño de transacciones. El diseño de una base de datos está en función de una o varias aplicaciones u operaciones que se ejecutarán en ésta base una vez implantada. Una parte fundamental dentro de este diseño es indicar los aspectos funcionales de las operaciones a fin de asegurar que se incluyan todos los datos requeridos. Estas operaciones, en términos generales, se agrupan en dos (2) categorías:

Recuperación. Se usa para extraer los datos de la base de datos y mostrarlos en pantalla, reportes y/o mapas. Esta operación permitirá suministrar información acerca de los siguientes aspectos:

- Datos generales de una reserva, en cuanto a nombre, fecha de creación, N°. Gaceta Oficial, N° Resolución, ubicación político-territorial, posición geográfica, altitud, superficie, paisaje natural, fisiografía, tipo de clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, formaciones-períodos-edad-litología, ordenes y familia de suelos, N°. Unidades de manejo, hidrografía, vialidad y categorías de usos presentes.
- Características generales de una Unidad de manejo, en lo que se relaciona a: nombre de la reserva, N° Unidad, posición geográfica, ubicación político territorial, altitud, superficie, N° de compartimientos, paisaje natural, fisiografía, tipo de clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, período de sequía, período de lluviosidad, ordenes y familia de suelos, formaciones geológicas-edades-períodos-litología, usos y categorías de usos existentes, especies agrícolas y/o forestales predominantes, concesionaria, fecha de inicio y finalización de la concesión.
- Características de las unidades de tierras referentes a: nombre de la reserva, N° de Unidad de manejo a la que pertenecen, superficie, uso y categorías de uso existentes, fisiografía, pendiente forma, longitud, susceptibilidad a la erosión e inundaciones, orden y familia de suelos, textura, profundidad, CFreática, pedregosidad superficial, trabajabilidad y fertilidad.
- Requerimientos agroecológicos de las categorías de uso propuestas para la Unidad de manejo.

- **Especies forestales y agrícolas dentro de cada categoría, consideradas potenciales en la Unidad.**
- **Aptitud de las unidades de tierras para las categorías de uso sugeridas, limitantes para su establecimiento.**
- **Unidades de tierras aptas para el establecimiento de una determinada categoría de uso.**
- **Unidades de tierras susceptibles a inundaciones y superficie ocupada.**
- **Consultas gráficas. Están relacionadas a la impresión de mapas (plotters o impresora) o a su presentación por pantalla, a nivel de reserva o unidades de manejo.**
 - **Mapas temáticos a nivel de reserva: ubicación político-territorial, ubicación geográfica, suelos, división de la reserva en unidades de manejo, categorías de uso de la tierra, hidrografía, vialidad, topografía, áreas de plantaciones, ubicación de campamentos y ubicación de áreas de servicios (viveros, almacenes).**
 - **Mapas temáticos a nivel de las Unidades de manejo: ubicación político-territorial, posición geográfica, fisiografía, suelos, categorías de uso de la tierra, hidrografía, vialidad, topografía, ubicación de los compartimientos, ubicación de campamentos y áreas de servicios (viveros, almacenes).**

Además es posible realizar combinaciones de las capas de información mencionadas para cada situación.

- **Modificar datos espaciales (gráficos): categorías de usos, fisiografía, suelos, hidrografía, población, vialidad, ubicación de campamentos y áreas de servicios.**
- **Insertar datos de paisaje natural, categorías de uso, requerimientos de las categorías de uso, suelos, fisiografía y formaciones geológicas.**
- **Modificaciones cartográficas en cuanto a escala y simbología**

Actualización. Esta operación se considera como posible de efectuar en todas las entidades definidas, siempre y cuando se presente nueva información o se requiera modificar la existente. Como ejemplo de esta operación se mencionan las siguientes situaciones:

- . **Introducción de nuevas tipologías agrícolas.**
- . **Modificaciones en la tabla de Requerimientos, debido a la introducción de nuevas tipologías, lo cual conduce a cambios en la tabla de Conversión, donde se encuentra la información acerca de la aptitud de las unidades de tierras para las categorías de usos consideradas.**

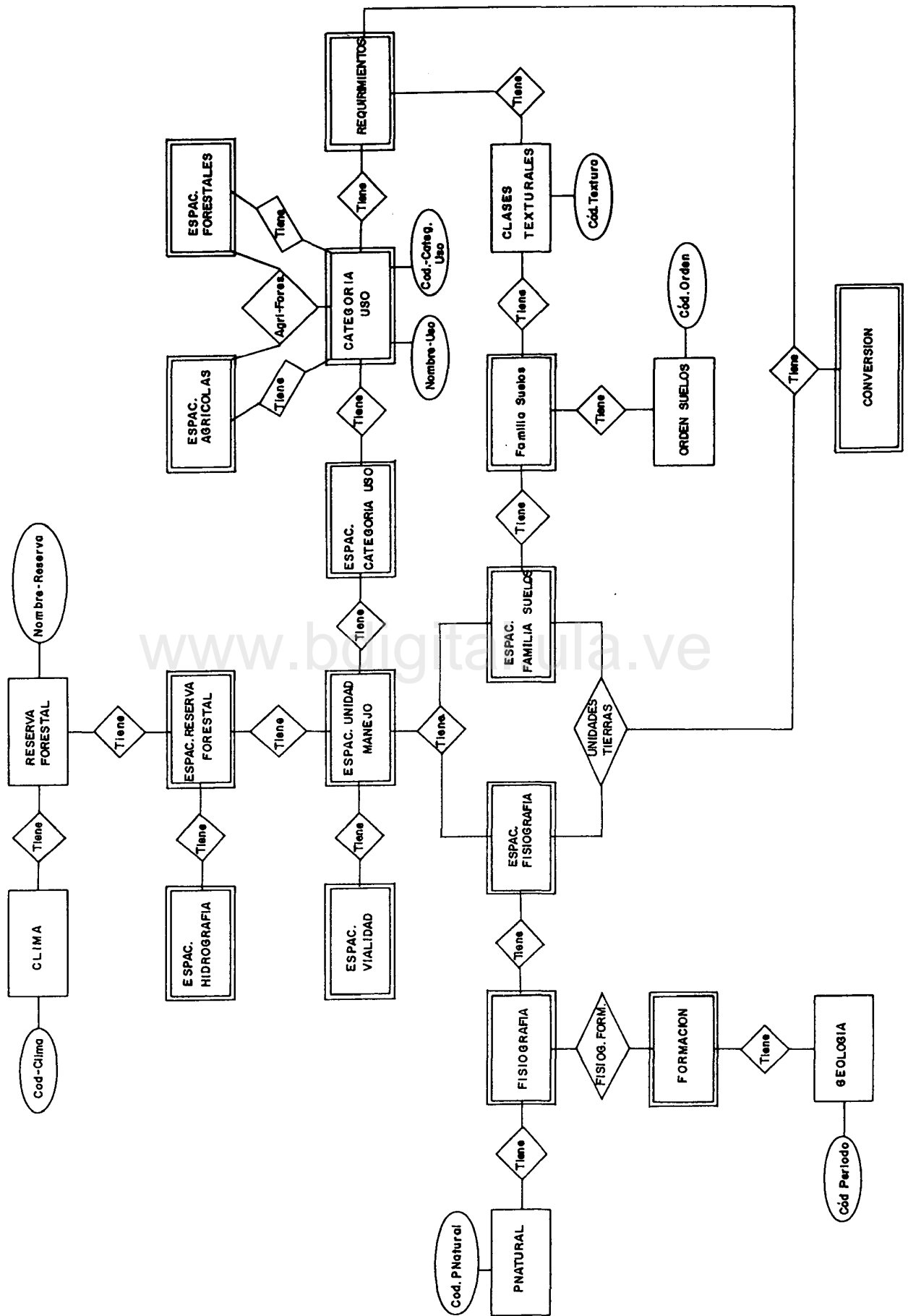


Fig. 4.2 ESQUEMA CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS PARA CLASIFICACION DE TIERRAS

. Otra situación similar puede plantearse si se realizan estudios de recursos más detallados en el área (suelos, fisiografía, uso de la tierra, ocupación), esto requerirá la incorporación de nuevos datos y la modificación de los datos existentes de las variables consideradas, lo cual influirá en la definición de las unidades de tierras

4.1.3. Selección del Sistema Manejador de la Base de Datos (SMBD).

La elección del SMBD depende de factores técnicos, económicos y políticos de una determinada organización; no obstante, dado los objetivos del trabajo el criterio que prevaleció fue el técnico, seleccionando como herramienta para el manejo de las entidades espaciales el ARC/Info debido a su disponibilidad y a la existencia de personal capacitado en el manejo del programa y el FOXPRO como sistema manejador de la base de datos descriptiva, debido a las siguientes razones:

- La compatibilidad con el software de SIG utilizado (ARC/Info), para computadoras personales.
- Es una herramienta que ofrece las siguientes facilidades:
 - . Lenguaje de consulta.
 - . Lenguaje de programación de alto nivel.
 - . Construcción de reportes y pantallas.
 - . Interfaces amigables.
- Disponibilidad del paquete.

4.1.4. Diseño lógico.

El esquema conceptual producido en la Fase 2 es un modelo de alto nivel que se diseñó independientemente del Sistema Manejador de la Base de Datos seleccionado, razón por la cual no puede ser usado directamente como herramienta en la implantación de la base de datos, por lo que se requiere realizar un proceso de conversión del modelo conceptual al implementable (Fig. 4.3). Esta conversión consiste en traducir las entidades y relaciones con sus atributos a esquemas de relaciones, conservando estas últimas la clave de la entidad que las origina; así mismo, para almacenar los datos con un mínimo de redundancia se normalizó los esquemas a fin de facilitar la recuperación y actualización de la información. A continuación se presentan los esquemas considerados en el análisis.

FISIOGRAFIA

Cód. PNatural	Cód. Fislog.	Nombre - Fisica	Forma

FISIOGFORM

Cód. PNatural	Cód.-Período	Nombre - Form.	Litología

FORMACION

Cód.-Período	Nombre - Form.

MODELO RELACIONAL

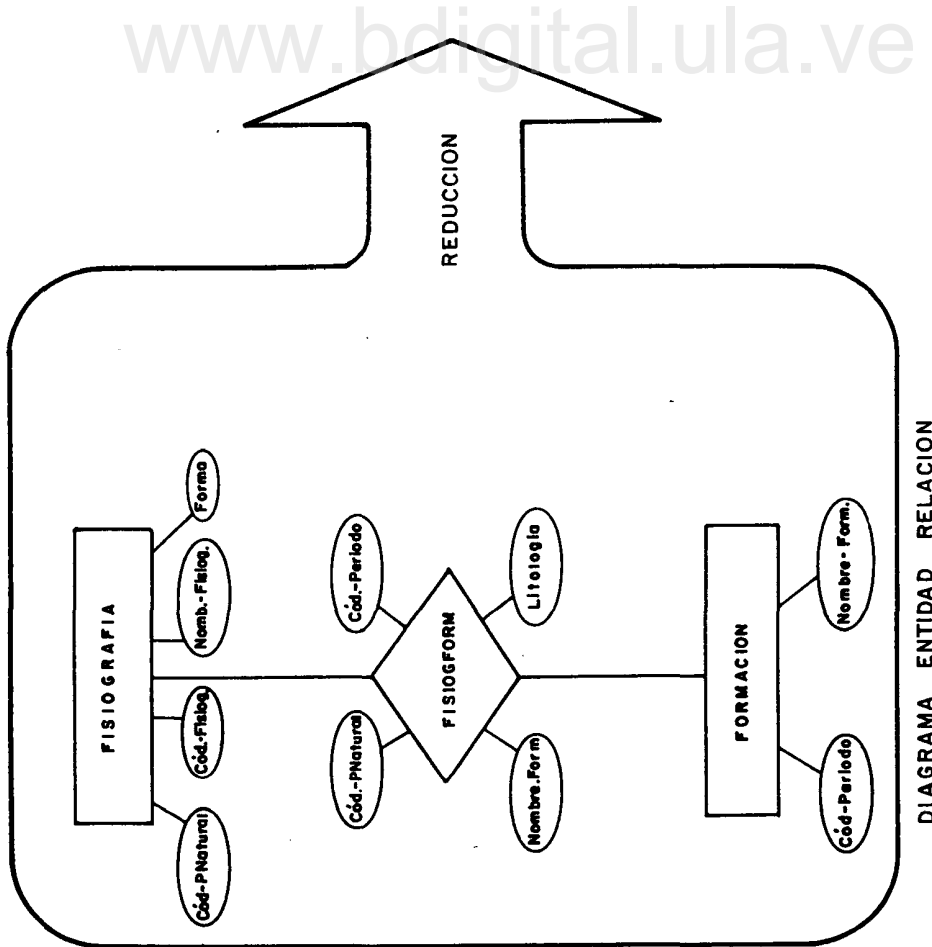


Fig. 4.3 EJEMPLO DE REDUCCION DEL ESQUEMA CONCEPTUAL (DIAGRAMA ENTIDAD - RELACION) AL DISEÑO LOGICO

RESERVA FORESTAL (Nombre Reserva, Latitud Norte desde., Latitud Norte hasta, Longitud Oeste desde, Longitud Oeste hasta., Area, N° Unidades de manejo, Fecha creación, N° Gaceta Oficial, N° Decreto ó Resolución)

CLIMA (Cód-Clima, Nombre Clima)

ESPAC. RESERVA FORESTAL (Nombre Reserva, Reserva_ID, Reserva_, Area, Perímetro)

ESPAC. HIDROGRAFIA (Hidrog_ID, Nombre Reserva, Tipo curso, Nombre curso, FNode, TNode, LPoly, RPoly, Longitud, Régimen)

ESPAC. UNIDAD MANEJO (Nombre Reserva, Reserva_ID, Unidad_ID, Concesionaria, Area, Perímetro, Unidad_, Altitud desde, Altitud hasta, Latitud Norte desde, Latitud Norte hasta, Longitud Oeste desde, Longitud Oeste hasta, Cód-Clima, Precipitación mínima, Precipitación máxima, Temperatura mínima, Temperatura máxima, Meses secos, Meses inundación, Fecha inicio concesión, Fecha finalización concesión)

ESPAC. VIALIDAD (Vial_ID, Nombre Reserva, Reserva_ID, Tipo de carretera, FNode, TNode, RPoly, LPoly, Longitud, Vial_, Ancho)

ESPAC. CATEGORIA USO (Nombre Reserva, Reserva_ID, Nombre uso, Cód-Categoría uso, Categoría uso_ID, Categoría uso_, Area, Perímetro)

CATEGORIA USO (Nombre uso, Cód-Categoría uso, Nombre Categoría uso)

ESPECIES FORESTALES (Cód-Categoría uso, Nombre científico, Nombre vulgar, Turno aprovechamiento)

ESPECIES AGRICOLAS (Cód-Categoría uso, Nombre científico, Nombre vulgar, Ciclo vegetativo)

AGRICOLA-FORESTAL (Cód-Categoría uso, Nombre científico especie agricola, Nombre científico especie forestal)

REQUERIMIENTOS (Nombre uso, Cód-Categoría, Aptitud, Pendiente mínima, Pendiente máxima, Profundidad mínima, Profundidad máxima, Altitud desde, Altitud hasta, Temperatura media anual mínima, Temperatura media anual máxima, Precipitación promedio mínima, Precipitación promedio máxima, CFreática, Pedregosidad superficial)

ESPAC. FISIOG (Nombre Reserva, Reserva_ID, Cód-PNatural, Cód-Fisiog, Fisiog_ID, Fisiog_, Area, Perímetro, Longitud, Pendiente mínima, Pendiente máxima)

FISIOGRAFIA (Cód-PNatural, Cód-Fisiog, Pendiente mínima, Pendiente máxima, Longitud, Forma)

PNATURAL (Cód-PNatural, Nombre PNatural)

FORMACION-FISIOGRAFIA (Cód-PNatural, Cód-Fisiog, Cód-Período, Nombre Formación, Litología)

FORMACION (Nombre Formación, Cód-Período)

GEOLOGIA (Cód-Período, Nombre Período, Nombre Edad)

ESPAC. FAMILIA SUELOS (Nombre Reserva, Reserva ID, Cód-Orden suelos, Cód-Familia suelos, Cód-Textura, Suelo ID, Suelo, Area, Perímetro, Estructura, Profundidad mínima, Profundidad máxima, Reacción desde, Reacción hasta, Fertilidad, Pedregosidad superficial, Suscep-erosión, Suscep-inundaciones)

FAMILIA SUELOS (Cód-Orden suelos, Cód-Familia suelos, Nombre Familia suelos)

ORDEN SUELOS (Cód-Orden suelos, Nombre Orden suelos)

CLASES TEXTURALES (Cód-Textura, Nombre Textura, Friabilidad, Adherencia, Plasticidad, Drenaje interno, Disponibilidad de oxígeno, Capacidad de retención de humedad)

ESPAC. UNIDADES TIERRAS (Nombre Reserva, Reserva ID, Cód-Orden suelo, Cód-Familia suelo, Cód-Textura, Area, Perímetro, Pendiente, Longitud, Altitud desde, Altitud hasta, Temperatura media anual mínima, Temperatura media anual máxima, Precipitación promedio anual mínima, Precipitación promedio anual máxima, Profundidad desde, Profundidad hasta, CFreática desde, CFreática hasta, Suscep-inundaciones, Suscep-erosión, Reacción desde, Reacción hasta, Estructura, Trabajabilidad)

CONVERSION (Nombre Reserva, No. Unidad manejo, Nombre uso, Cód-Categoría uso, UT_ID, Altitud, Temperatura media anual, Precipitación promedio anual, Pendiente, Profundidad, Cód-Textura, CFreática, Reacción, Suscep-erosión, Pedregosidad superficial, Aptitud, Limitante1, Limitante2)

4.1.5. Diseño físico.

Implica el proceso de selección de las estructuras de almacenamiento y caminos de acceso a los diferentes archivos, para lograr el buen funcionamiento de la base de datos para la aplicación "clasificación de tierras con fines forestales y agroforestales (Anexo).

En esta parte del diseño se tomó en consideración los siguientes factores:

. *Análisis de consultas y transacciones.* Se definen las consultas y operaciones que se espera hacer a la base de datos en lenguajes de alto nivel. Para el caso de aplicación, algunas de las preguntas a realizar son las siguientes:

- Especificar los datos generales de una reserva, en cuanto a nombre, fecha de creación N° Gaceta Oficial, N° Resolución, ubicación político-territorial, posición geográfica, altitud, superficie, paisaje natural, fisiografía, tipo de clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, formaciones-períodos-edad-litología, ordenes y familia de suelos, N° Unidades de manejo, hidrografía, vialidad y categorías de usos presentes.
- Indicar las características generales de una Unidad de manejo, en lo que se relaciona a: nombre de la reserva, N° Unidad, posición geográfica, ubicación político territorial, altitud, superficie, N° de compartimientos, paisaje natural, fisiografía, tipo de clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, período de sequía, período de lluviosidad, ordenes y familias de suelos, formaciones geológicas- edades-períodos-litología, usos y categorías de usos existentes, especies agrícolas y/o forestales

predominantes, concesionaria, fecha de inicio y finalización de la concesión.

- ¿ Cuáles son las características de las unidades de tierras referentes a: nombre de la reserva, N° de Unidad de manejo a la que pertenecen, superficie, uso y categorías de uso existentes, fisiografía, pendiente, forma, longitud, susceptibilidad a la erosión e inundaciones, orden y familia de suelos, textura, profundidad, CFreática, pedregosidad superficial, trabajabilidad y fertilidad?.
 - ¿ Cuáles son las especies forestales y agrícolas dentro de cada categoría, consideradas potenciales en la Unidad?.
 - ¿Cuál es la aptitud de las unidades de tierras para las categorías de uso sugeridas y que limitantes presentan para su establecimiento?.
 - ¿ Cuáles son las unidades de tierras aptas para el establecimiento de una determinada categoría de uso?.
 - ¿Cuáles son las unidades de tierras susceptibles a inundaciones y que superficie ocupan?.
 - Consultas gráficas. Están relacionadas a la salida de mapas o a su presentación por pantalla a nivel de reserva o unidades de manejo.
 - Mapas temáticos a nivel de reserva: ubicación político-territorial, ubicación geográfica, suelos, división de la reserva en unidades de manejo, categorías de uso de la tierra, hidrografía, vialidad, topografía, áreas de plantaciones, ubicación de campamentos y ubicación de áreas de servicios (viveros, almacenes).
 - Mapas temáticos a nivel de las Unidades de manejo: ubicación político-territorial, posición geográfica, fisiografía, suelos, categorías de uso de la tierra, hidrografía, vialidad, topografía, ubicación de los compartimientos ubicación de campamentos y áreas de servicios (viveros, almacenes).
- Además es posible realizar combinaciones de las capas de información mencionadas para cada situación.
- Modificar datos espaciales (gráficos): categorías de usos, fisiografía, suelos, hidrografía, población, vialidad, ubicación de campamentos y áreas de servicios.
 - Insertar datos de paisaje natural, categorías de uso, requerimientos de las categorías de uso, suelos, fisiografía y formaciones geológicas.
 - Modificaciones cartográficas en cuanto a escala y simbología

Una vez especificadas las preguntas es preciso indicar: archivos utilizados, campos seleccionados de acuerdo a la pregunta, campos de unión entre los archivos y el registro lógico de la operación (Anexo). Para el caso donde se realicen operaciones de actualización se debe señalar: archivos que se actualizarán, tipo de operación de actualización a realizar a cada archivo y campos que serán objeto de modificación.

. *Análisis de las frecuencias esperadas de consultas y transacciones.* Se evalúa cuantitativamente el volumen de procesamiento que tendrá la base de datos para la aplicación seleccionada. Para efectuar esta evaluación se consideraron dos parámetros a saber:

. *Volumen de datos.* Es el número de registros (ocurrencias) en cada tabla dentro del esquema implementable (Anexo).

. *Frecuencia de procesamiento.* Se estima de acuerdo al número de operaciones en las que se accederá la base de datos, la frecuencia y los tipos de registros lógicos que use cada programa (Anexo).

4.2. Implantación de la Base de Datos Geográficos.

Una Base de Datos Geográficos está formada por un componente espacial (Base de Datos Gráfica) y un componente descriptivo (Base de Datos Descriptiva), los cuales se muestran en la Fig. 4.4. A continuación se especifican las pautas seguidas para la implantación de las bases de datos mencionadas:

4.2.1. Base de Datos Gráfica.

Está conformada por toda aquella información cartográfica que se levantó para la Unidad y que sirvió como base para la clasificación de tierras, así como también la generada por las operaciones espaciales (sobreposición) y el programa de aplicación. Las fases para la implantación de ésta base de datos, se mencionan a continuación:

. **Preparación de la base cartográfica.** En esta etapa se aseguró o verificó que los mapas se encontraran completos, siendo preciso redibujarlos sobre material más estable (papel mylar), ya que los mapas fuente estaban en copias heliográficas. Dentro de ésta etapa se efectuaron los siguientes pasos:

- *Selección y dibujo de los puntos de control.* Una vez revisados los mapas, se seleccionaron y dibujaron los puntos que conforman la poligonal de la Unidad Experimental, los cuales están expresados en coordenadas UTM (Tabla 4.1). La importancia de estos puntos está dada por:

- .Todos los elementos del mapa van a estar referidos a estos puntos de control.
- .Sirven de base en el proceso automático de sobreposición de los mapas para diferentes aplicaciones.
- .Permiten la transformación de los elementos espaciales registrados en la base de datos a un determinado sistema geográfico de referencia.

Tabla 4. 1. Puntos de control. Coordenadas UTM con su identificador.

Identificador	Norte (Y)	Este (X)
5	910.480,000	312.740,000
6	910.267,868	312.527,868
7	908.725,000	316.800,000
8	907.330,000	322.130,000
9	904.896,000	324.626,000
10	902.310,240	324.897,770
11	892.427,101	330.836,159
12	889.520,525	330.466,396
13	886.413,725	330.986,286
14	886.413,725	339.186,296
15	900.300,000	333.200,000
16	909.583,337	327.737,065
17	918.557,547	320.206.808

. *Creación del mapa base.* Constituido por todos aquellos aspectos que son comunes en el área (límites de la Unidad y puntos de control). La elaboración de este mapa evita la repetición de líneas comunes en la base de datos y por consiguiente reduce tanto el tiempo de dibujo de estas líneas en cada mapa temático como el espacio de almacenamiento en disco.

. *Restitución de la información.* Esta se realizó luego de haber dibujado el mapa base, sobre el cual se copió la información contenida en los mapas fuentes. De este proceso resultaron seis (6) mapas temáticos, los cuales se clasificaron en:

Mapas de líneas. Constituidos por la red hidrográfica, vialidad y topografía. Se caracteriza porque a cada elemento se le asigna un código que permite relacionar la parte gráfica con la descriptiva o no gráfica. Para llevar el control sobre los elementos geográficos, se utilizó una planilla especialmente diseñada llamada Bitácora de Digitalización (Anexo), en la cual se especifican: el nombre del mapa, escala, coordenadas de los puntos de control, códigos de cada línea y las tolerancias utilizadas durante el proceso de digitalización, las cuales se calcularon en función de la escala de trabajo. A cada elemento del mapa se le asignó un identificador o valor previamente establecido, de acuerdo a su característica en el mundo real.

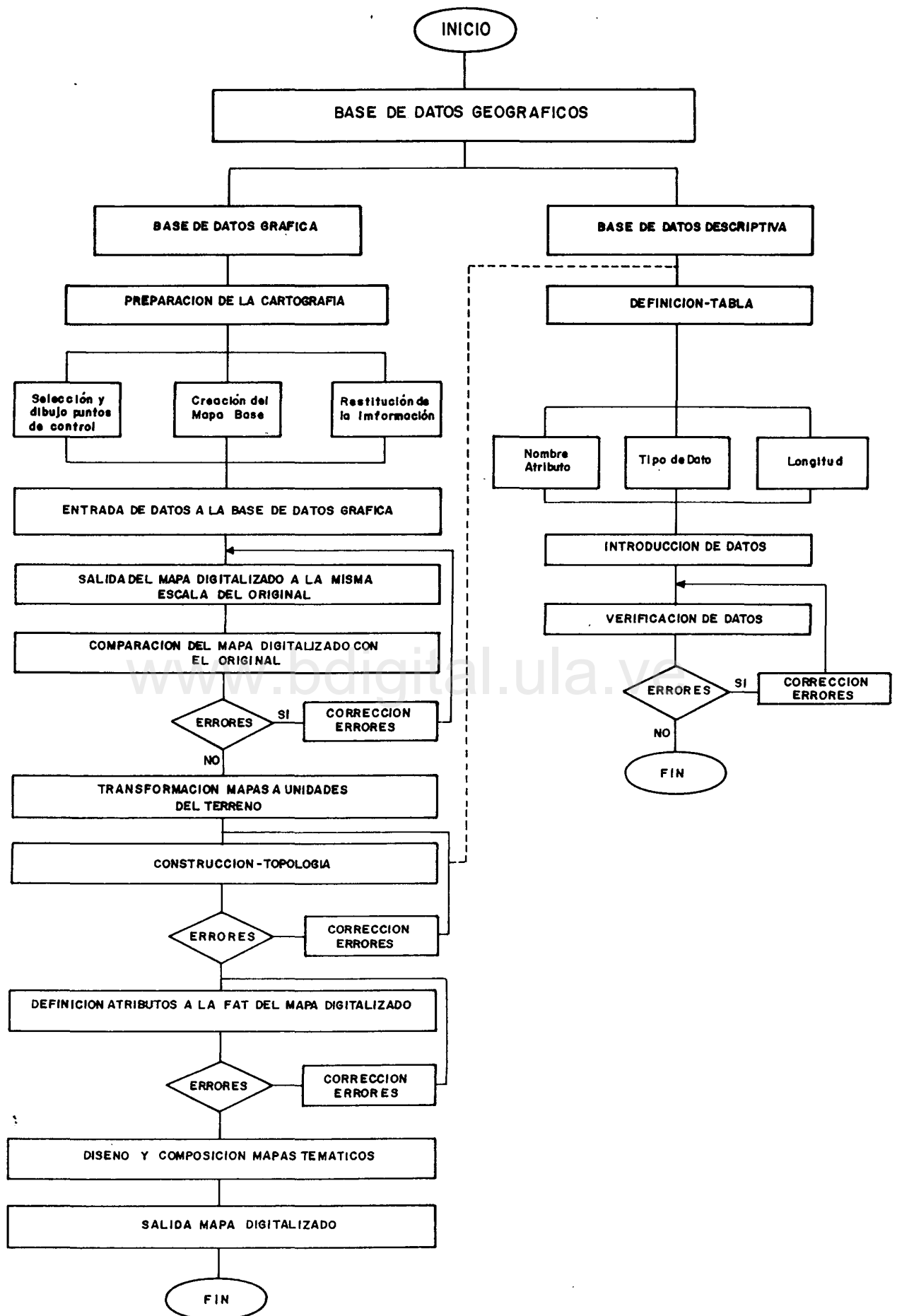


Fig. 4.4 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA BASE DE DATOS GEOGRAFICOS

Mapas de polígonos. Conformados por las unidades fisiográficas, clasificación taxonómica de suelos a nivel de familia y uso de la tierra. A estos mapas se les colocó un identificador (ID) por polígono formado, a fin de definir la característica cartografiada. En este caso se enumeraron los polígonos de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha a fin de seguir un orden secuencial, evitando así la omisión de los polígonos; esta enumeración permite vincular los datos cartografiados con los no espaciales o descriptivos .

. **Entrada de los datos a la base de datos gráfica.** Se define como el proceso mediante el cual los datos espaciales se introducen al computador. Existen dos formas o métodos: manual por medio de una mesa digitalizadora y automática por barrido (scanner); no obstante, la utilizada en este estudio fue la manual.

La digitalización manual es un método que permite convertir los mapas existentes (manuscritos) a un formato digital, donde las características son registradas como una serie de coordenadas XY en pulgadas (unidades de la tabla digitalizadora).

. **Salida del mapa digitalizado a la misma escala del original.** Una vez que se digitaliza el mapa se imprime por plotters a la misma escala del original, a fin de compararlos e identificar los errores cometidos durante el proceso de digitalización. Los errores que se presentaron fueron los siguientes:

- Polígonos que no cerraron.
- Codificación incorrecta.
- Doble registro de líneas.
- Líneas no intersectadas.

Para la entrada y salida de los datos gráficos se utiliza el equipo que se muestra en la Fig. 4.5.

. **Corrección de los errores.** Los errores cometidos fueron corregidos en forma automática (polígonos que no habían cerrado y líneas no interceptadas), siempre y cuando estos se encontraran dentro de las tolerancias establecidas durante el proceso de depuración (clean) de los mapas. Cuando los errores no fueron eliminados de ésta forma, se utilizaron operaciones espaciales de acuerdo a las modificaciones a realizar.

. **Transformación de los mapas digitalizados a unidades del terreno.** Para llevar estos mapas a coordenadas del terreno (Anexo), se hace un proceso de transformación ad-hoc, que implica una rotación (en los ejes XY) y un cambio de unidades (pulgadas a metros en el terreno). Los parámetros de transformación se calculan utilizando los puntos de control seleccionados.

. **Construcción de la topología.** Esta se hace en forma automática una vez corregido el mapa digitalizado. Está referida a las relaciones espaciales que existen entre las características analizadas, las cuales están dadas por definiciones de área (lista todas las coordenadas de un

polígono), conectividad (arcos que están unidos) y contigüidad (especifica los arcos que son comunes entre los polígonos, así como también su dirección-derecha e izquierda). Esta topología debe ser actualizada o reconstruida cada vez que se realice una modificación al mapa digitalizado (eliminación o adición de arcos o cambio en los identificadores).

. **Definición de otras características a la Tabla de atributos (FAT) del mapa digitalizado.** Se realiza con la finalidad de completar el esquema implementable.

. **Identificación y corrección de errores de codificación de atributos.** Una vez asignados los atributos, se procedió a verificar los valores a fin de identificar y corregir los errores cometidos durante la asignación de los códigos a las características analizadas.

. **Composición de los mapas.** Es el proceso en el que se diseña las salidas de los mapas, es decir, su representación gráfica.

. **Salida del mapa definitivo.**

4.2.2. Base de Datos Descriptiva

La base de datos descriptiva, contiene los atributos asociados a los objetos espaciales analizados, donde los esquemas y archivos de los datos fueron creados a través del Lenguaje de Definición de Datos (LDD) y del sistema manejador de datos utilizado (FOXPRO).

Una vez definidas las tablas se introdujeron los datos en cada relación (esquema) y se verificaron a fin de corregir los errores que se hubiesen cometido al momento de incorporar los mismos.

4.3. Manipulación de la base de datos geográficos.

4.3.1. Obtención y descripción de las unidades de tierras

La Clasificación de tierras para las categorías de usos propuestas, implica la definición de las unidades de tierras del área de estudio, las cuales fueron obtenidas a través del proceso automático de sobreposición de las capas de suelo y fisiografía (Fig. 4.6), donde se usó operaciones espaciales del programa ARC/Info. Una vez efectuado este proceso, se definieron las características físicas existentes en cada unidad, agrupándose de acuerdo a su homogeneidad. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.2.

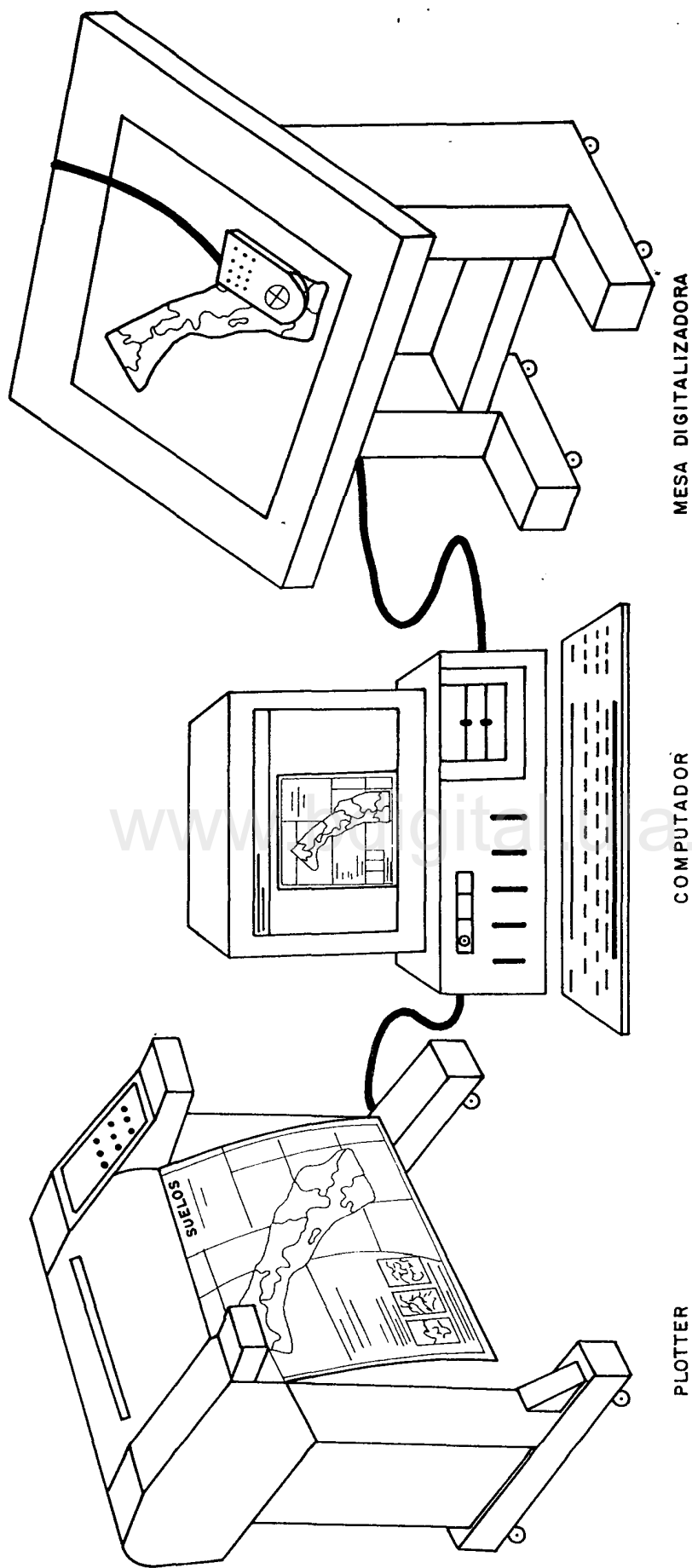


Fig. 45 DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE ENTRADA, ALMACENAMIENTO E IMPRESION DE MAPAS

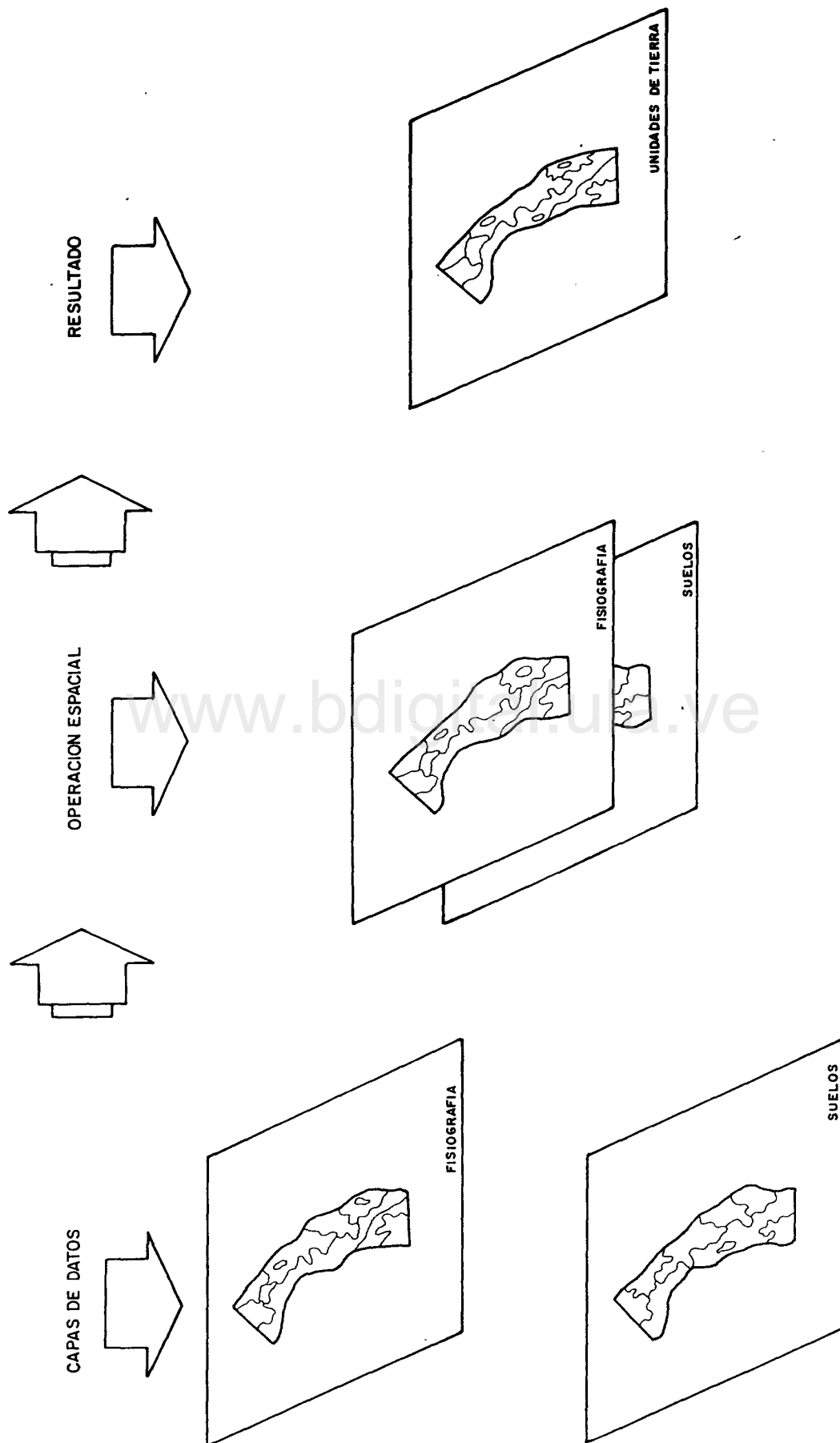


Fig. 4.6 PROCESO DE OPERACION ESPACIAL PARA LA OBTENCION DE LAS UNIDADES DE TIERRAS

Al analizar los resultados obtenidos se observa que aproximadamente el 73.42 % de la superficie de la Unidad Experimental corresponde a posiciones de bancos, con suelo profundos, texturas medias y pH de ligero a moderadamente ácidos, con fertilidades que varían de bajas a altas y con buena a muy buena trabajabilidad; en cuanto a la capa freática esta fluctúa entre 15 y 120 cm.

4.3.2. Aptitud de las unidades de tierras para los usos propuestos.

Luego de la obtención y descripción de las unidades de tierras se comparó, a través de un programa realizado en el lenguaje del FOXPRO, las características y cualidades que estas presentan con los criterios de clasificación para las categorías de los usos seleccionados, determinándose así el grado de aptitud física de las unidades de tierras para los usos sugeridos. De la comparación realizada se obtuvo una Tabla de Conversión, la cual contiene la vocación de uso de cada unidad para las categorías analizadas. Los resultados se muestran en los mapas 5, 6 y 7 respectivamente.

www.bdigital.ula.ve

Tabla 4.2. Características y cualidades de

AREA (HA)	NO. UNIDAD	TEXTURA	C. FREÁTICA	VALORABILIDAD	POSICIÓN FISIOLOG. (1)	PENDIENTE MM (%)	INCLINANTE MAX (%)
428.1	1	F/FA	75,0	Muy buena	2	0	1
2729.8	2	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
521.7	3	A	50,0	Mala	6	0	1
34.0	5	A	50,0	Mala	7	0	1
56.1	6	A	50,0	Mala	7	0	1
354.5	7	A	50,0	Mala	6	0	1
23.0	8	A	15,0	Mala	6	0	1
868.6	9	Fa/FAa	90,0	Buena	4	0	1
20.2	10	A	50,0	Mala	7	0	1
691.8	11	A	15,0	Mala	6	0	1
683.4	12	F/FL	75,0	Buena	3	0	1
259.6	13	Fa/FAa	90,0	Buena	3	0	1
182.8	14	F/FA	75,0	Muy buena	2	0	1
139.4	15	Fa/FAa	100,0	Buena	4	0	1
148.0	16	F/FA	120,0	Buena	4	0	1
21.3	17	A	15,0	Mala	6	0	1
69.2	18	F/FA	110,0	Mala	6	0	1
236.9	19	F/FA	90,0	Muy buena	2	0	1
39.4	21	A	15,0	Mala	3	0	1
85.3	22	A	15,0	Mala	6	0	1
492.7	23	A	15,0	Mala	6	0	1
38.7	24	Fa/FAa	90,0	Buena	3	0	1
83.1	25	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
20.6	26	FL/FAL	75,0	Muy buena	3	0	1
116.4	27	F/FA	120,0	Buena	3	0	1
68.0	28	A	15,0	Mala	7	0	1
262.0	29	F/FA	120,0	Buena	3	0	1
633.1	30	FL/FAL	75,0	Muy buena	1	0	1
51.9	31	A	15,0	Mala	6	0	1
217.5	32	FA	30,0	Mala	7	0	1
83.6	33	F/FA	75,0	Buena	3	0	1
29.1	34	A	15,0	Mala	7	0	1
502.5	35	FA	15,0	Mala	7	0	1
173.6	36	Fa/FAa	90,0	Buena	3	0	1
271.4	37	F/FA	80,0	Muy buena	1	0	1
466.3	38	F/FA	60,0	Buena	4	0	1
2147.1	39	Fa/FA	80,0	Muy buena	1	0	1
1345.1	40	A	30,0	Mala	6	0	1
329.7	41	F/FA	120,0	Buena	3	0	1
133.7	43	A	25,0	Mala	6	0	1
382.6	44	A	25,0	Mala	6	0	1
376.7	45	A	30,0	Mala	6	0	1
184.7	46	F/FA	100,0	Buena	3	0	1
258.4	47	F/FA	60,0	Buena	4	0	1
134.4	48	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
1020.8	49	A	40,0	Mala	6	0	1
61.5	50	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
155.1	51	F/FA	60,0	Buena	4	0	1
31.0	52	A	10,0	Mala	7	0	1
39.1	53	A	30,0	Mala	7	0	1
179.5	54	F/FA	120,0	Muy buena	2	0	1
156.9	55	F/FA	60,0	Buena	3	0	1
47.9	56	F/FA	60,0	Buena	3	0	1
132.4	57	Fa/FAa	80,0	Muy buena	1	0	1
306.9	58	A	40,0	Mala	6	0	1
1790.4	59	FA	30,0	Mala	7	0	1
109.1	60	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
370.0	61	FA	100,0	regular	5	0	1
769.4	62	FA	80,0	Mala	7	0	1
127.5	63	F/FA	60,0	Buena	4	0	1
985.5	64	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
155.1	65	Fa/FAa	120,0	Muy buena	1	0	1
84.6	66	A	40,0	Mala	6	0	1
32.9	67	Fa/FAa	80,0	Muy buena	1	0	1
24.6	68	F/FA	60,0	Buena	3	0	1
578.5	69	F/FA	90,0	Buena	3	0	1
22.4	71	F/FA	120,0	Buena	3	0	1
165.0	72	F/FA	120,0	Buena	4	0	1
270.9	73	F/FA	90,0	Buena	3	0	1
234.3	74	F/FA	120,0	Buena	3	0	1
167.9	75	A	40,0	Mala	6	0	1
165.2	76	A	30,0	Mala	6	0	1
68.8	77	F/FA	90,0	Buena	3	0	1
567.3	79	F/FA	120,0	Buena	4	0	1
94.7	80	Fa/FAa	80,0	Muy buena	1	0	1
63.6	81	F/FA	80,0	Buena	3	0	1

(1) POSICION FISIOG

- 1: Banco Alto
- 2: Banco Medio
- 3: Banco Bajo
- 4: Banco Medio-Banco Bajo
- 5: Banco bajo-Bajo
- 6: Bajo
- 7: Estero

CONCLUSIONES

- El método de clasificación utilizada dada la disponibilidad de información, solo llegó a la evaluación física del área para las categorías de uso propuestas, no efectuándose estudios económicos (beneficio-costos) debido a la escasez de datos de los rendimientos de los cultivos asociados.
- El uso de la tierra analizado desde el punto de vista formal para el año 1985, indica que existía una diversidad de cultivos, que se encontraban localizados específicamente en las áreas de bancos, restringiéndose la actividad pecuaria a las zonas con problemas de drenaje. En cuanto a la actividad forestal está se efectuaba en el extremo norte de la Unidad bajo una superficie aproximada de 1325 ha. Esta situación pone de manifiesto los conflictos jurídicos que se presentan en el área debido a la realización de actividades no acordes con los fines que debe cumplir una reserva forestal.
- Desde el punto de vista funcional se observó que gran parte de los agricultores realizaban actividades agrícolas de subsistencia que no generaban beneficios sociales, por lo cual tenían que emplearse en otras fincas fuera de la Unidad con la finalidad de incrementar sus ingresos. Así mismo existía un grupo minoritario que realizaba actividades de ganadería extensiva, semi-intensiva e intensiva que devengan altos rendimientos.
- La Unidad Experimental, por conformar parte de una llanura aluvial, presenta el 40.4 % de su superficie en posiciones topográficas (bajíos y esteros) que restringen el establecimiento de sistemas forestales y agroforestales, debido específicamente a niveles freáticos altos y a la textura de los suelos.
- Las categorías de uso que se proponen además de compatibilizar la actividad forestal con la agrícola, persigue recuperar la Reserva Forestal y mejorar el nivel de vida de sus habitantes. Para el establecimiento de estos sistemas se consideró los requerimientos agroecológicos de las especies y la asistencia técnica y crediticia por parte de los organismos competentes. Fue así como se sugirió las siguientes categorías:

Agricultura mejorada de cultivos anuales y hortícolas, en secano, asociadas a especies forestales.

Pastos cultivados asociados a especies arbóreas de sombra o mejoradoras de la fertilidad del suelo.

Plantaciones forestales.

- La escasez de información en cuanto a las posibles combinaciones de especies agrícolas y forestales (rendimientos, competencia por agua, luz, nutrientes), impidió definir en forma precisa la asociación de las mismas, por lo que se llegó a especificar por separado las especies que de acuerdo a sus exigencias agroecológicas podrían introducirse en el área.
- La evaluación física realizada, mostrada en los mapas de categorías de uso propuestos, sientan las bases para un ordenamiento de los sistemas forestales y agroforestales dentro de la Unidad a un nivel semidetallado.
- El diseño de la base de datos para clasificación de tierras, permitió:

Visualizar todas las entidades a ser considerados en el proceso de clasificación de tierras, así como también sus relaciones y correspondencia.

Organizar y centralizar los datos en dispositivos de almacenamiento (diskettes) facilitando su obtención forma rápida.

- El uso de medios computarizados (SIG) permitirá a los organismos encargados de la planificación y toma de decisiones en las áreas bajo régimen de administración especial, disponer de una herramienta que les permitirá almacenar, manipular y procesar grandes volúmenes de datos en cortos períodos de tiempo.

RECOMENDACIONES

- Al diseñar una base de datos deben ser considerados todos los requerimientos de datos para la aplicación seleccionada, los cuales deben ser aportados por los usuarios de la misma.
- Se debe verificar la exactitud de los datos de entrada ya que de esto va a depender la confiabilidad de la información de salida.
- Dada la cantidad de datos que es preciso manejar para clasificación de tierras, se sugiere utilizar medios computarizados que faciliten la actualización, procesamiento y obtención de la información en el momento que se requiera.
- Con la finalidad de hacer los sistemas agroforestales más científicos y menos empíricos, se sugiere establecer parcelas experimentales a fin de comparar los rendimientos obtenidos en estos sistemas con las prácticas en monocultivos. Esta información permitirá para clasificaciones posteriores seleccionar las combinaciones de especies más rentables, hecho que se traducirá en términos de beneficio-costos.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, L., RONDON, V. y R. PONTE. 1986. La agresividad climática en el área de la Reserva Forestal de Ticoporo. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. ULA. Mérida-Venezuela.

ALARCON, J. y C. SUAREZ. 1991. Determinación de zonas para manejo forestal sostenido de bosques por el sistema de fajas de aprovechamiento a tala rasa usando SIG. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 281-290.

ALEJOS, C. 1989. Desarrollo de la teca (*Tectona grandis*) en el Sistema Agroforestal y el Sistema Tradicional de planificación en las Unidades I y III de la Reserva Forestal de Ticoporo. Informe de pasantía. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. ULA. Mérida- Venezuela. 31p.

ARMAS, R. 1991. Especies recomendables en proyectos de plantaciones forestales. MARNR. Dirección de Planificación y Ordenación del Ambiente. Caracas-Venezuela. 91 p.

ARIAS, L. y J. COMERMA. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Maracay-Venezuela. 26 p.

ARONOFF, S. 1989. Geographic Information Systems. A management perspective. Ottawa-Canadá. 294 p.

BASTIDAS DE CALDERON, M. 1991. Aplicación de un SIG en la generación de un modelo de potencial de erosión en la Cuenca del Lago de Valencia-Venezuela. Tesis de Grado. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. ULA. Mérida-Venezuela. 139 p.

BELWARD, A. y C. VALENZUELA. 1991. Remote Sensing y Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries. 506 p.

BENACCHIO, S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivos con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP-MAC. Maracay-Venezuela. 202 p.

BEHN, V. 1989. Estructuración del Sistema de Información Geográfica en modelo ARC del sector oriental de la Región de Guayana. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 341-375.

BEHN, V. y P. PETIT. 1989. Estructuración preliminar de la base de datos del Sistema de

Información Geográfica en el Proyecto Inventario PIRNRG. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 377-399.

BESEMBEL, I y E. NAVAS. 1992. La lógica de la programación. Textos de la Universidad de Los Andes. Colección Ciencia y Tecnología. Serie Informática. 2a ed. ULA. Mérida-Venezuela. 129 p.

BOSQUE, J. CHUVIECO, E., NAVALPOTRO, P. y J. SANCHO. 1991. Factores en la dinámica de ocupación del suelo. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 355-362.

BURROUGH, P. 1987. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford. New York- EEUU. 191 p.

CARRERO, A. 1990. Diagnóstico sobre sistemas agroforestales en la Reserva Forestal de Ticoporo. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. ULA. Mérida-Venezuela. 70 p.

CHUVIECO, E. y J. SALAS. 1991. Aplicación de un SIG a la evaluación del riesgo de incendios forestales. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 18-28.

CHUVIECO, E. y J. SANCHO. 1989. Empleo de la teledetección y de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 261-272.

COCK, G. 1991. Utilización de un Sistema de Información Geográfica para el control de áreas del proyecto hidroeléctrico de Urra I. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 48-51.

CORTES, A. y D. MALAGON. 1983. Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. CIDIAT. Mérida-Venezuela. 409 p.

DATE, C. 1983. An introduction to database systems. 3rd. ed. Reading Mass.: Addison-Wesley pub., Co.

DATE, C. y H. DARWEN. 1991. Relational Database writings. Massachusetts-EEUU. 521 p.

DELGADO DE BRAVO, M., ROJAS, 1984. Estudio socioeconómico de los campesinos

ocupantes de la Unidad Experimental de Ticoporo. Informe Preliminar. Fac. de Ciencias Forestales. IGCRN. ULA. Mérida, Venezuela. 46 p.

DELGADO DE BRAVO, M., ROJAS, J. y J. 1985. Dinámica socioespacial del proceso de ocupación de tierras en la Unidad Experimental de Ticoporo. Fac. de Ciencias Forestales. IGCRN. ULA. Mérida, Venezuela. 144 p.

DELGADO DE BRAVO, M., ROJAS, J. y J. VALBUENA. 1986. Estudio socioeconómico de los ocupantes de la Unidad Experimental de Ticoporo. Fac. de Ciencias Forestales. IGCRN. ULA. Mérida, Venezuela. 100 p.

DIAZ, M. 1987. Caracterización y sectorización de algunos suelos con fines de clasificación de tierras: Sector La Azulita-Santa Elena de Arenales (Cafío Zancudo). Estado Mérida. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. ULA. Mérida, Venezuela. 209 p.

DIAZ, D. y R. HERNANDEZ. 1987. Tesis y trabajo de ascenso. Guía para su presentación en las áreas de ciencia y tecnología. Libros de la Universidad de Los Andes. Colección Didáctica. Serie Educación. 1a ed. Mérida, Venezuela. 44 p.

ELMARS, R y S. NAVATHE. 1989. Fundamentals of database systems. University of Houston and University Florida. EEUU. 802 p.

ESCALANTE, E. 1992. Las técnicas agroforestales y su potencialidad en Venezuela. Cuadernos Comodato ULA-MARNR. N° 16. Mérida, Venezuela. pp 51-74.

ESPINOZA, J. 1989. Aplicación de los Sistemas Geográficos de Información al desarrollo de la provincia de San Antonio: La actividad forestal un caso de estudio. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 435-445.

ESRI 1991. ARC/PLOT. Versión 3.4D Plus. Redlands, California.

_____. 1991. ARCEDIT. Versión 3.4D Plus. Redlands, California.

ESTES, J. y J. STAR. 1990. Geographic Information Systems. University of California. Santa Barbara. Estados Unidos. 295 p.

FERNANDEZ, A. y M. Souris. 1989. Atlas informatizado de Quito: Nueva herramienta de planificación. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 477-490.

FLORES, E. 1981. Algunos sistemas paramétricos y no-paramétricos para la clasificación y

evaluación de tierras. Universidad de los Andes. Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales. Mérida, Venezuela. 145 p.

FRANCO, W. (Ed).1992. Primer taller nacional de agroforestería. Caso de estudio: Ticoporo. Cuaderno Comodato ULA-MARNR N° 16. Mérida, Venezuela. 152 p.

GONZALEZ, D. 1990. Areas ecológicamente aptas para especies forestales en Cusco mediante el Sistema de Información Geográfica. Revista Forestal de Perú. 17 (2): 97-109. Lima, Perú.

HENRIQUEZ, M. 1984. Clasificación y evaluación de tierras con fines agrícolas en la Cuenca del Río Pueblo Llano. Tesis de Magister Scientiae. Fac. de Ciencias Forestales. IGCNRN. ULA. Mérida, Venezuela. 324 p.

KORTH, H. y A. SILBERSCHATZ. 1987. Fundamentos de la base de datos. Toronto. EEUU. 525 p.

MENDEZ, J. 1988. Tipología agrícola de la Unidad Experimental de Ticoporo. Estado Barinas. Cuadernos Comodato ULA-MARNR N° 13. Mérida, Venezuela. 62 p.

MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para Estudios Tropicales. San José-Costa Rica. 622 p.

MONTILVA, J. 1990. Desarrollo de Sistemas de Información. Libros de la Universidad de Los Andes. Colección Informática. Serie Ingeniería de Sistemas. 5a ed. Mérida, Venezuela. 148 p.

MURO, M. y J. MANCO. 1989. Planeamiento del uso de los recursos hídricos en cuencas áridas utilizando el Sistema de Información Geográfica MAP. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 561-581.

OCHOA, G., ALVARADO, C., OBALLOS, Y., PEREYRA, J. y VARGAS, F. 1989. Caracterización de los suelos en la Reserva Forestal de Ticoporo. Barinas. Fac. de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 99 p.

OTAVO, E. y D. YANINE. 1989. Proyecto: Evaluación y monitoreo de la cobertura forestal mediante imágenes de satélite. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 295-298.

PARRA, A. 1993. Curso básico de Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Ingeniería. Instituto de Fotogrametría. ULA. Mérida-Venezuela.

PARDI, S., BACKUS, E., PAOLINO, A. y W. BRUCE. 1989. Sistema de Información Geográfica ARC/INFO en la planificación de la conservación de la vegetación natural en Venezuela. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 619-629.

PEREZ, R. 1989. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica en la evaluación ambiental de las alternativas de ruta del paso litoral del Lago de Maracaibo en el estado Zulia. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 631-665.

PLONZACK, M. 1985. La alternativa agroforestal en el sector NW de la zona sur del Lago de Maracaibo. Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA). Mérida, Venezuela. 83 p.

RANGEL, I y L. AGUIRRE. 1985. Análisis de la producción forestal, período 1965-1984. Fac. Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. ULA. Mérida, Venezuela. 70 p.

REYES, J. 1986. Formulación de un proyecto agroforestal en la Unidad Experimental de Ticoporo. Informe de pasantía. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. ULA. Mérida, Venezuela. 54 p.

ROJAS, D. 1988. Degradación de los suelos en la Unidad Experimental de Ticoporo. Fac. de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. ULA. Mérida, Venezuela. 108 p.

VENEZUELA. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 1991. Programa para la recuperación de la Reserva Forestal de Ticoporo. Servicio Forestal Venezolano. Caracas, Venezuela.

VILLAESCUSA, R. 1991. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a los inventarios forestales nacionales. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 273-280.

YANEZ, L. y O. CUETARA. 1989. Sistemas de Información Geográfica aplicado a la planificación y evaluación de proyectos energéticos basados en fuentes no convencionales. Memorias de la II Conferencia Latinoamericana sobre Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Mérida, Venezuela. pp 795-796.

ZAVALA, P. 1991. Detección de los efectos de un tsunami en la Bahía de Arica aplicando la tecnología SIG. Memorias de la III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica. Viña del Mar, Chile. pp 60-66.

ZINCK, A. 1970. Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales. Mérida, Venezuela. 79 p.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

C.C. Reconocimiento

Entidades, relaciones, atributos y claves primarias utilizadas para clasificación de tierras.

Nombre de la entidad/relación	Tipo de entidad.	Atributos	Claves primarias.
Reserva Forestal	Fuerte	Nombre Reserva Altitud desde Altitud hasta Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta Superficie No. Unidades manejo Fecha de creación No. Gaceta Oficial No. Resolución Estado Municipio Parroquia	Nombre Reserva
Clima	Fuerte	Cód-Clima. Nombre Clima	Cód-Clima
Espac. Reserva Forestal	Débil	Area Perímetro Reserva_ Reserva_ID Nombre Reserva No. Unidad manejo	Reserva_ID Nombre Reserva
Espac. Hidrog	Débil	FNode_ TNode_ RPoly_ LPoly_ Longitud Hidrog_ Hidrog_ID Nombre Reserva Tipo curso Nombre curso Régimen	Hidrog_ID Nombre Reserva Tipo curso Nombre curso

Nombre de la entidad/relación	Tipo de entidad.	Atributos	Claves primarias.
Espac. Unidad manejo	Débil	Area Perímetro Unidad_ Unidad_ID Nombre Reserva Reserva_ID Concesionaria Fecha inicio concesión Fecha finalización concesión Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta Altitud desde Altitud hasta Precipitación promedio anual Temperatura media anual Meses secos Meses de lluvia Cód-Clima No. Compartimientos	Nombre Reserva Reserva_ID Unidad_ID
Espac. Vialidad	Débil	FNode_ TNode_ RPoly_ LPoly_ Longitud Vial_ Vial_ID Nombre Reserva Reserva_ID Tipo carretera Ancho	Nombre Reserva Reserva_ID Vial_ID Tipo carretera
Espac. Categoría uso	Débil	Area Perímetro Categoría_ Categoría_ID Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Nombre Categoría uso	Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Categoría_ID Nombre Categoría uso
Categoría uso.	Fuerte	Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso	Nombre uso Cód-Categoría uso
Especies Forestales.	Débil	Cód-Categoría uso. Nombre científico. Nombre vulgar. Turno aprovechamiento.	Cód-Categoría uso Nombre científico

Nombre de la entidad/relación	Tipo de entidad.	Atributos	Claves primarias.
Especies Agrícolas	Débil	Cód-Categoría uso Nombre científico. Nombre vulgar. Ciclo vegetativo.	Cód-Categoría uso Nombre científico
Agrícola-Forestal.	Débil	Cód-Categoría uso. Nombre científico Nombre vulgar Ciclo vegetativo Turno aprovechamiento	Cód-Categoría uso Nombre científico
Criterios de clasificación.	Débil	Nombre uso Cód-Categoría uso. Aptitud. Altitud desde Altitud hasta Temperatura media anual mínima Temperatura media anual máxima Precipitación promedio anual mínima Precipitación promedio anual máxima Pendiente mínima Pendiente máxima Profundidad mínima. Profundidad máxima. Cód-Textura. CFreática mínima CFreática máxima Suscep-inundaciones Reacción desde Reacción hasta Suscep-erosión Pedregosidad superficial	Nombre uso Cód-Categoría uso
Espac. Fisiog	Débil	Area Perimetro Fisiog_ Fisiog_ID Nombre Reserva Reserva_ID Cód-PNatural Longitud Pendiente máxima Pendiente mínima	Fisiog_ID Cód-PNatural Nombre Reserva Reserva_ID
Fisiografía	Débil	Cód-PNatural. Cód-Fisiog Nombre Fisiog	Cód-PNatural Cód-Fisiog
PNatural	Fuerte	Cód-PNatural. Nombre PNatural.	Cód-PNatural.
FisiogForm	Relación	Cód-PNatural. Cód-Periodo. Nombre Formación. Litología.	Cód-PNatural. Cód-Periodo. Nombre Formación.

Nombre de la entidad / relación.	Tipo de entidad.	Atributos	Claves primarias.
Formación	Débil	Cód-Período. Nombre Formación.	Cód-Período Nombre Formación.
Espac. Familia suelos	Débil	Area Perímetro Suelo_ Suelo_ID Nombre Reserva Reserva_ID Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Profundidad mínima. Profundidad máxima. Reacción desde. Reacción hasta. Fertilidad. Pedregosidad superficial Suscep-erosión Suscep-inundaciones	Nombre Reserva Reserva_ID Suelo_ID Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Cód-Textura
Familia Suelos	Débil	Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Nombre Familia suelos	Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos
Orden Suelos	Fuerte	Cód-Orden suelos Nombre Orden suelos	Cód-Orden suelos
Clases Texturales.	Fuerte	Cód-Textura. Nombre Textura. Friabilidad. Adherencia. Plasticidad. Drenaje interno. Disponibilidad oxígeno. Capacidad retención humedad.	Cód-Textura.

Nombre de la entidad / relación.	Tipo de entidad.	Atributos	Claves primarias.
Espac. Unidades tierras	Débil	Área Perímetro UT_ UT_ID Nombre Reserva Reserva_ID Cód-PNatural Cód-Fisiog Longitud Pendiente máxima Pendiente mínima Cód-Orden suelos Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Cód-Textura Estructura Profundidad desde Profundidad hasta Reacción desde Reacción hasta Fertilidad Pedregosidad superficial Suscep-inundaciones Suscep-erosión Trabajabilidad CFreática	Nombre Reserva Reserva_ID UT_ID Cód-PNatural Cód-Fisiog Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Cód-Textura
Conversión	Débil	Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Cód-Categoría Uso UT_ID Altitud Temperatura media anual Precipitación promedio anual Pendiente Profundidad Cód-Textura CFreática Reacción Suscep-erosión Pedregosidad superficial Aptitud Limitante1 Limitante2	Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Cód-Categoría uso UT_ID Cód-Textura.

NOMBRE TABLA	ATRIBUTOS	TIPO DE ATRIBUTO	DOMINIO	UNIDADES	LONGITUD	METODO ACCESO		
Espac. Unidad manejo	Area	Número	Reales positivos	Metros cuadrados	13	Indizado		
	Perimetro	Número	Reales positivos	Metros	13			
	Unidad_ID	Número	Enteros positivos		11			
	Nombre Reserva	Número	Enteros positivos		11			
	Reserva_ID	Carácter	A - Z		10			
	Altitud desde	Número	Enteros positivos		11			
	Altitud hasta	Número	Enteros positivos		4			
	Precipitación promedio anual	Número	Enteros positivos		4			
	Temperatura media anual	Número	Enteros positivos		4			
	Meses secos	Carácter	A - Z		8			
	Meses lluvias	Carácter	A - Z		2,3			
	Cód-Clima	Carácter	A - Z		3			
	Concesionaria	Carácter	A - Z		31			
	Fecha inicio concesión	Número	Enteros positivos	Día, mes y año	8			
	Fecha finalización concesión	Número	Enteros positivos	Día, mes y año	8			
	No. compartimentos	Número	Enteros positivos		2			
	Espac. Vialidad	FNode	Número	Enteros positivos			11	Indizado
		TNode	Número	Enteros positivos			11	
		RPoly	Número	Enteros positivos			11	
		LPoly	Número	Enteros positivos			11	
		Longitud	Número	Enteros positivos			13	
		Vial_ID	Número	Enteros positivos			11	
		Vial_ID	Número	Enteros positivos			11	
Nombre Reserva		Carácter	A - Z		10			
Unidad_ID		Número	Enteros positivos		11			
Tipo carretera		Carácter	A - Z		12			
Ancho		Número	Reales positivos	Metros	4			
Espac. Categoría uso.	Area	Número	Reales positivos	Metros cuadrados	13	Indizado		
	Perimetro	Número	Reales positivos	Metros	13			
	Categoría	Número	Enteros positivos		11			
	Categoría_ID	Número	Enteros positivos		11			
	Nombre Reserva	Carácter	A - Z		10			
	Reserva_ID	Número	Enteros positivos		13			
	Nombre uso	Carácter	A - Z		12			
	Cód-Categoría uso	Número	1 - 16		2			
	Nombre uso	Carácter	A - Z		12			
	Cód-Categoría uso	Número	1 - 7		1			
	Nombre Categoría uso	Carácter	A - Z		31			
Categoría uso	Nombre uso	Carácter	A - Z		12	Secuencial		
	Cód-Categoría uso	Número	1 - 7		1			
	Nombre Categoría uso	Carácter	A - Z		31			
	Cód-Categoría uso	Número	1 - 7		1			
	Nombre vulgar	Carácter	A - Z		20			
	Nombre científico	Carácter	A - Z		45			
Especies-Agrícolas	Ciclo vegetativo	Número	Enteros positivos	Días	8	Indizado		
			Reales positivos	Meses	2			
	Cód-Categoría uso	Número	1 - 7		1			
	Nombre vulgar	Carácter	A - Z		20			
Especies-Forestales	Nombre científico	Carácter	A - Z		62	Indizado		
	Turno aprovechamiento	Número	1 - 40	Años	4			

NOMBRE TABLA	ATRIBUTOS	TIPO DE ATRIBUTO	DOMINIO	UNIDADES	LONGITUD	METODO ACCESO	
Agrícola-Forestal	Cód-Categoría uso	Número	1 - 7		1	Indizado	
	Nombre científico especie agrícola.	Carácter	A - Z		45		
	Nombre científico especie forestal	Carácter	A - Z		62		
	Ciclo vegetativo-especie agrícola	Número	Enteros positivos		4		
	Turno aprovechamiento-especie forestal.		Número	Reales positivos	Días		8
			Número	Reales positivos	Meses		2
			Número	Reales positivos	Años		2
		Nombre uso	Carácter	A - Z			12
		Cód-Categoría uso	Número	1 - 16			2
		Altitud	Alfanumérico				2
		Altitud mínima	Número	0			4
		Temperatura media anual mínima	Número	33500			4
		Temperatura media anual máxima	Número	-4			4
		Temperatura promedio anual mínima	Número	44			4
Precipitación promedio anual mínima	Número	0		4			
Precipitación promedio anual máxima	Número	4000		4			
Pendiente mínima	Número	0		4			
Pendiente máxima	Número	100		3			
Profundidad mínima	Número	0		3			
Profundidad máxima	Número	150		3			
Cód-Textura	Carácter	A - Z		11			
CFrealica mínima	Número	0		3			
CFrealica máxima	Número	150		3			
Suscep-inundaciones	Carácter	A - Z		5			
Reacción desde	Número	2 5		4			
Reacción hasta	Número	10,0		4			
Suscep-erosión	Carácter	A - Z		5			
Petrogosisidad superficial	Carácter	A - Z		14			
Espac. Fisiografía	Área	Número	Reales positivos	Metros cuadrados	13	Indizado	
	Perímetro	Número	Reales positivos	Metros	13		
	Fislog.	Número	Enteros positivos		11		
	Fislog_ID	Número	Enteros positivos		11		
	Reserva Forestal	Carácter	A - Z		10		
	Reserva_ID	Número	Enteros positivos		11		
	Cód-PNatural	Número	1 - 11		2		
	Cód-Fislog	Número	1 - 9		1		
	Longitud	Número	Reales positivos	Metros	5		
	Pendiente mínima	Número	Reales positivos	Porcentaje	3		
	Pendiente máxima	Número	Reales positivos	Porcentaje	3		
Fisiografía	Cód-PNatural	Número	1 - 11		2	Indizado	
	Cód-Fislog	Número	1 - 9		1		
	Nombre Fislog	Carácter	A - Z		22		
	Forma	Carácter	A - Z		10		
PNatural	Cód-PNatural	Número	1 - 11		2	Secuencial	
	Nombre PNatural	Carácter	A - Z		19		

NOMBRE TABLA	ATRIBUTOS	TIPO DE ATRIBUTO	DOMINIO	UNIDADES	LONGITUD	METODO ACCESO
Formación	Cód-PNatural	Número	1 - 11		2	Secuencial
	Cód-Fislog	Número	1 - 9		1	
	Cód-Periodo	Número	1 - 21		2	
	Nombre Formación	Carácter	A - Z		12	
	Litología	Carácter	A - Z		50	
	Cód-Periodo	Número	1-21		2	
	Nombre Formación	Carácter	A - Z		23	
	Nombre Edad	Carácter	A - Z		23	
	Cód-Periodo	Número	1 - 21		2	
	Nombre Periodo	Carácter	A - Z		23	
Espec. Familia suelos	Area	Número	Reales positivos	Metros cuadrados	13	Secuencial Indizado
	Perimetro	Número	Reales positivos		13	
	Suelo_	Número	Reales positivos		11	
	Suelo_ID	Número	Enteros positivos		11	
	Nombre Reserva	Carácter	Enteros positivos		10	
	Reserva_ID	Número	A - Z		11	
	Cód-Orden suelos	Número	Enteros positivos		1	
	Cód-Familia suelos	Número	1 - 10		1	
	Cód-Textura	Carácter	A - Z		3	
	Estructura	Carácter	A - Z		35	
Familia Suelos	Profundidad mínima	Número	Reales positivos	Centímetros	3	Secuencial
	Profundidad máxima	Número	Reales positivos		3	
	Recepción desde	Número	Reales positivos		4	
	Recepción hasta	Número	100		4	
	Fertilidad	Carácter	A - Z		8	
	Pedregosidad superficial	Carácter	A - Z		14	
	Suscep-erosión	Carácter	A - Z		8	
	Suscep-inundaciones	Carácter	A - Z		8	
	Cód-Orden suelos	Número	1 - 5		1	
	Cód-Familia suelos	Número	1 - 7		1	
Orden Suelos	Nombre Familia suelos	Carácter	A - Z		38	Secuencial
	Cód-Orden	Número	1 - 5		1	
	Nombre Orden suelos	Carácter	A - Z		15	
	Cód-Textura	Carácter	A - Z		3	
	Nombre Textura	Carácter	A - Z		22	
	Dureza	Carácter	A - Z		19	
	Frabilidad	Carácter	A - Z		20	
	Adherencia	Carácter	A - Z		21	
	Plasticidad	Carácter	A - Z		20	
	Drenaje interno	Carácter	A - Z		26	
Clases Texturales	Disponibilidad oxígeno	Carácter	A - Z		8	Secuencial
	Capacidad retención humedad	Carácter	A - Z		8	

NOMBRE TABLA	ATRIBUTOS	TIPO DE ATRIBUTO	DOMINIO	UNIDADES	LONGITUD	METODO ACCESO
Espac. Unidades de tierras	Area	Número	Reales positivos	Metros	13	Indizado
	Perímetro	Número	Reales positivos	Metros	13	
	UT_ID	Número	Enteros positivos		11	
	Nombre Reserva	Carácter	Enteros positivos		11	
	Reserva_ID	Número	A-Z		10	
	Cód-PNatural	Número	Enteros positivos		11	
	Cód-Fislog	Número	1-11		2	
	Longitud	Número	1-9		1	
	Pendiente mínima	Número	Reales positivos		4	
	Pendiente máxima	Número	0		3	
	Cód-Orden suelos	Número	100		3	
	Cód-Familia suelos	Número	1-10		2	
	Cód-Textura	Número	1-7		2	
	Estructura	Carácter	A-Z		7	
	Profundidad desde	Carácter	A-Z		29	
	Profundidad hasta	Número	0		3	
	Reacción desde	Número	150		3	
	Reacción hasta	Número	2.5		4	
	Fertilidad	Número	10.0		4	
	Pedregosidad superficial	Carácter	A-Z		8	
	Suscep-inundaciones	Carácter	A-Z		14	
	Suscep-erosión	Carácter	A-Z		5	
	Trabajabilidad	Carácter	A-Z		8	
	CFretea	Número	A-Z		5	
	Nombre Reserva	Carácter	0-150		3	
	Reserva_ID	Número	A-Z		10	
	Nombre Uso	Número	Enteros positivos		11	
	Cód-Categoría uso	Carácter	A-Z		12	
	Altitud	Número	1-16		2	
	Temperatura media anual	Alfanumérico	Alfanumérico		2	
	Precipitación promedio anual	Alfanumérico	Alfanumérico		2	
	Pendiente	Alfanumérico	Alfanumérico		2	
	Profundidad	Alfanumérico	Alfanumérico		2	
Cód-Textura	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
CFretea	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Suscep-inundaciones	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Reacción	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Suscep-erosión	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Pedregosidad superficial	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Aptitud	Alfanumérico	Alfanumérico		2		
Lumitante 1	Carácter	Alfanumérico		2		
Lumitante 2	Carácter	A-Z		15		
Conversion	Lumitante 2	Carácter	A-Z	15		Secuencial

Algunas condiciones de integridad de la base de datos para clasificación de tierras.

Entidad	Condiciones de integridad
Reserva Forestal	<p>Toda Reserva Forestal tiene un nombre. Cada Reserva tiene una localización precisa, dada en coordenadas geográficas. Toda reserva esta dividida en unidades de manejo.</p>
Unidad de manejo	<p>Toda Unidad de manejo debe estar asociada a una Reserva Forestal Toda Unidad de manejo está bajo la responsabilidad de una concesionaria, ya sea una empresa o institución. Cada Unidad de manejo debe tener una fecha de inicio y finalización de la concesión.</p>
Clima	<p>Cada cadena lleva implícito un nombre de clima.</p>
Fisiografía	<p>No puede existir un tipo fisiográfico sin un paisaje natural.</p>
Geología	<p>Cada código corresponde a un nombre de período. Cada período se ubica en una edad geológica.</p>
Formación	<p>El código del período es un valor entero, mayor de cero. El nombre de una formación debe estar asociado por lo menos a un período geológico.</p>
Suelos	<p>Cada familia de suelo tiene que estar asociada a un orden de suelo. Todo suelo presenta una determinada estructura. Todo suelo tiene asociado una(s) determinada(s) textura(s), que está(n) dada(s) por un conjunto de caracteres.</p>
Clases texturales	<p>Toda textura tiene asociadas cualidades de dureza, friabilidad, adherencia, plasticidad, drenaje interno, disponibilidad de oxígeno y capacidad de retención de humedad.</p>
Categoría uso de la tierra	<p>Todo código de categoría de uso está relacionada con un nombre de uso en particular, No puede existir una categoría de uso que no este asociada a un uso.</p>

Volumen de datos

Nombre Tabla	Longitud registro	N°Registros esperados
Reserva Forestal	125	10
Clima	23	13
Espac. Reserva Forestal (*)	60	10
Espac. Hidrografía (2)	129	10
Espac. Unidad manejo (*)	166	40
Espac. Vialidad (2)	116	40
Espac. Categoría uso (*)	85	40
Categoría uso	44	22
Espec. Forestales	87	88
Espec. Agrícolas	76	66
Agrícola-Forestal (1)	122	-
Requerimientos	101	88
Espac. Fisiografía (*)	83	40
Fisiografía	35	47
PNatural	21	11
FisiogForm	67	1175
Formación	25	280
Geología	48	21
Espac. Familia Suelos (*)	161	40
Familia suelos	40	70
Orden suelos	16	10
Clases texturales	147	9
Espac. Unidades de tierras (*)	164	40
Conversión	89	40

(*) El número de registros esperados va a depender del número de polígonos de las coberturas.

(1) El número de registros esperados en la combinación agrícola-forestal (Sistemas agroforestales), dependerá de las experiencias satisfactorias en este campo.

(2) El número de registros esperados va a depender del número de líneas de las coberturas.

Frecuencia de análisis de consultas y transacciones.

NOMBRE TABLAS	FRECUENCIA (%)
Reserva Forestal	5.26
Clima	5.26
Espac. Reserva Forestal	15.78
Espac. Hidrografía	7.89
Espac. Unidad manejo	18.42
Espac. Vialidad	7.89
Espac. Categoría uso	13.16
Categoría uso	13.16
Espec. Forestales	5.26
Espec. Agrícolas	5.26
Agrícola-Forestal	2.63
Requerimientos	5.26
Espac. Fisiografía	10.52
PNatural	10.52
FisiogForm	5.26
Formación	5.26
Geología	7.89
Espac. Familia suelo	10.52
Familia suelos	5.26
Orden suelos	10.52
Clase textural	2.63
Espac. Unidad tierra	2.63
Conversión	2.63

Análisis de algunas consultas y transacciones para clasificación de tierras con fines forestales y agroforestales.

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
<p>Datos generales de una Reserva: nombre, fecha creación, No. Gaceta Oficial, No. Resolución, ubicación político-territorial, posición geográfica, altitud, superficie, paisaje natural, fisiografía, tipo de clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, formaciones-período-edad-litología, ordenes y familia de suelos, No. Unidades de manejo y categorías de usos presentes.</p>	<p>Reserva Forestal Clima Espac. Hidrografía Espac. Vialidad Espac. Categoría uso Categoría de uso Espac. Categoría fisiografía Fisiografía PNatural FisiogForm Formación Geología Espac. Familia suelos Familia suelos Orden suelos</p>	<p>Nombre Reserva Fecha creación No. Gaceta Oficial No. Resolución Latitud Norte desde Longitud oeste desde Longitud oeste hasta Altitud desde Altitud hasta Área Nº Unidades manejo Nombre PNatural Nombre Fisiog Nombre Clima Precipitación promedio anual Temperatura media anual Nombre Formación Litología Nombre Período Nombre Edad Nombre Orden Nombre Familia suelos Nombre uso Nombre Categoría uso</p>	<p>Nombre Reserva Cód-PNatural Cód-Clima Cód-Categoría uso Cód-Período Cód-Orden suelos</p>	<p>Nombre Reserva Fecha creación No. Gaceta Oficial No. Resolución Latitud Norte desde Latitud Norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta Altitud desde Altitud hasta Área Nº Unidades manejo Nombre PNatural Cód-Fisiografía Nombre Fisiog Nombre Clima Precipitación promedio anual Temperatura media anual Nombre Formación Litología Nombre Período Nombre Edad Nombre Orden suelos Nombre Familia suelos Nombre uso Nombre Categoría uso</p>

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
<p>Características de las Unidades de manejo: nombre de la reserva, No. Unidad de manejo, posición geográfica, ubicación político territorial, altitud, superficie, No. compartimientos, paisaje natural, fisiografía, tipo clima, precipitación promedio anual, temperatura media anual, período de sequía, período de lluviosidad, formaciones geológicas- edades-períodos-litología, usos y categorías de usos existentes, especies agrícolas y/o forestales presentes, viveros- almacenes- campamentos, concesionaria, fecha de inicio y finalización de la concesión.</p>	<p>Espac. Unidad manejo Espac. Fisiografía Fisiografía PNatural Clima FisiogForm Formación Geología Espac. Categoría uso Categoría uso Espec. Agrícolas Espec. Forestales.</p>	<p>Nombre Reserva Reserva_ID Latitud norte hasta Latitud oeste hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta Altitud desde Altitud hasta Area Unidad_ID Cód-PNatural Nombre PNatural Cód-FisioG Nombre Fisiografía Cód-Clima Nombre Clima Precipitación promedio anual Temperatura media anual Meses secos Meses de lluvia Formación Litología Cód-Período Nombre Período Nombre Edad Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso Espec. Agrícolas Espec. Forestales Viveros Almacenes Campamentos Concesionaria Fecha inicio concesión Fecha finalización concesión</p>	<p>Nombre Reserva Reserva_ID Cód-PNatural Cód-Clima Cód-Período Cód-Categoría uso</p>	<p>Nombre Reserva No. Unidad manejo Latitud Norte desde Latitud Norte hasta Longitud Oeste desde Longitud Oeste hasta Altitud desde Altitud hasta Area No. Compartimientos Nombre PNatural Nombre Fisiografía Nombre Clima Precipitación promedio anual Temperatura media anual Meses secos Meses de lluvia Formación Litología Nombre Período Nombre Edad Nombre uso Nombre Categoría uso Espec. Agrícolas Espec. Forestales Viveros Almacenes Campamentos Concesionaria Fecha inicio concesión Fecha finalización concesión</p>

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
<p>Características de las Unidades de tierras: nombre de la reserva, No. unidad de manejo a la que pertenecen, superficie, uso y categorías de uso existentes, fisiografía, pendiente, forma, longitud, susceptibilidad a la erosión e inundaciones, orden y familia de suelos texturados, profundidad, capa freática, pedregosidad, trabajabilidad y fertilidad.</p>	<p>Espac. Unidades tierras Espac. Categoría uso Categoría uso Fisiografía Orden suelos Familia suelos Clases Texturales</p>	<p>Nombre Reserva Reserva_ID Arca Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso Cód-Fisog Nombre Fisiografía Pendiente mínima Pendiente máxima Forma Longitud Susceptibilidad erosión Susceptibilidad Inundaciones Cód-Orden suelos Nombre Orden suelos Cód-Familia suelos Nombre Familia suelos Cód-Textura Nombre Textura Profundidad CFreática Pedregosidad superficial Trabajabilidad Fertilidad</p>	<p>Nombre Reserva Cód-Categoría uso Cód-PNatural Cód-Orden suelos Cód-Textura</p>	<p>Nombre Reserva Nº Unidad manejo Arca Nombre uso Nombre Categoría uso Nombre Fisiografía Pendiente mínima Pendiente máxima Forma Longitud Susceptibilidad erosión Susceptibilidad Inundaciones Nombre Orden suelos Nombre Familia suelos Nombre Textura Profundidad CFreática Pedregosidad Trabajabilidad Fertilidad</p>

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
<p>Requerimientos agroecológicos de las categorías de uso propuestas para la Unidad.</p> <p>Especies forestales y agrícolas dentro de cada categoría, consideradas potenciales en la Unidad.</p>	<p>Categoría uso. Criterios clasificación-Categoría uso.</p> <p>Unidad de manejo Categoría uso Especies forestales-agricolas</p>	<p>Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso. Cód-Categoría. uso Nombre Categoría. uso Aptitud. Altitud desde Altitud hasta Precipitación promedio anual mínima máxima Temperatura media anual mínima Temperatura media anual máxima Profundidad mínima. Profundidad máxima. Pendiente mínima. Pendiente máxima. Cód-Clase textura. CFreática. Suscep-inundaciones. Reacción desde. Reacción hasta. Suscep-erosión. Pedregosidad superficial. Temperatura media anual mínima. Temperatura media anual máxima. Precipitación promedio anual mínima. máxima. Altitud.</p> <p>Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Cód-Categoría uso. Nombre Categoría uso. Nombre científico especie agrícola. Nombre científico especie forestal.</p>	<p>Cód-Categoría uso. Cód-Categoría uso.Req.</p> <p>Nombre Reserva Reserva_ID Cód-Categoría uso Cód-Categoría especie agrícola. Cód-Categoría especie forestal</p>	<p>Nombre Reserva N° Unidad manejo Nombre uso. Nombre Categoría. uso Aptitud. Altitud desde Altitud hasta Precipitación promedio anual mínima Precipitación promedio anual máxima Temperatura media anual mínima Temperatura media anual máxima Profundidad mínima. Profundidad máxima. Pendiente mínima. Pendiente máxima. Cód-Clase textura. CFreática. Suscep-inundaciones. Reacción desde. Reacción hasta. Suscep-erosión. Pedregosidad superficial. Temperatura mínima. Temperatura máxima. Precipitación mínima. Precipitación máxima. Altitud.</p> <p>Nombre Reserva N° Unidad manejo Nombre uso Nombre Categoría Uso. Nombre científico. Nombre vulgar.</p>

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
Aptitud de las unidades de tierras para las categorías de uso sugeridas y limitantes que presentan para su establecimiento.	Unidad manejo Conversión. Categoría uso.	Nombre Reserva Reserva_ID UT_ID Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso Aptitud. Limitante 1 Limitante 2	Nombre Reserva Reserva_ID Cód-Categoría uso	Nombre Reserva Nº Unidad manejo Nº Unidad tierra Nombre uso. Nombre Categoría uso. Aptitud Limitante 1 Limitante 2
Unidades de tierras aptas para establecimiento de determinada categoría de uso.	Unidad de manejo Categoría uso. Conversión	Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso. Cód-Categoría uso. Nombre Categoría uso. Nº Unidad tierra. Aptitud. Limitante 1 Limitante 2	Nombre Reserva Cód-Categoría uso.	Nombre - Reserva Nº Unidad manejo Nombre Uso. Nombre Categoría uso. Nº Unidad tierra. Aptitud. Limitante 1 Limitante 2
Unidades de tierras susceptibles a inundaciones y superficie que ocupan	Espac. Unidades tierras.	Nombre Reserva Unidad_ID UT_ID Suscep-inundaciones. Arca	Nombre Reserva Nº Unidad manejo	Nº Unidad manejo Suscep-inundaciones. Area.
Ubicación político-territorial (*)	Espac. Reserva Forestal Reserva Forestal	Estado Municipio Parroquia	Nombre Reserva	Estado Municipio Parroquia
Ubicación geográfica (**)	Espac. Reserva Forestal Reserva Forestal	Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta	Nombre Reserva	Latitud norte desde Latitud norte hasta Longitud oeste desde Longitud oeste hasta

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
Ordenes y familias de suelos (*)	Espac. Familia suelos Familia suelos Orden suelos	Cód-Orden suelos Nombre Orden suelos Cód-Familia suelos Nombre Familia suelos	Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos	Orden suelos Familia suelos
División de la reserva unidades de manejo (*)	Espac. Reserva Forestal	Reserva_ID		Nombre Reserva N° Unidades manejo Area
Categorías de uso de la tierra (*)	Espac. Categoría uso	Nombre Reserva Reserva_ID Nombre uso Cód-Categoría uso Categoría uso		Nombre Reserva No. Unidad manejo Nombre uso Nombre Categoría uso
Hidrografía (*)	Espac. Hidrografía	Nombre Reserva Tipo de curso Nombre curso Regimen		Nombre Reserva Tipo de curso Nombre curso Regimen
Vialidad (*)	Espac. Vialidad	Nombre Reserva Reserva_ID Tipo de carretera		Nombre Reserva N° Unidad manejo Tipo carretera Ancho
Topografía (*)	Espac. Unidad manejo	Nombre Reserva Reserva_ID No. Curva nivel		Nombre Reserva Reserva_ID N° Curva nivel
Áreas de plantaciones (*)	Espac. Categoría uso Categoría uso	Reserva Forestal Reserva_ID Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso		Nombre Reserva N° Unidad manejo Nombre Categoría uso

(*) Consultas gráficas

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
Modificar datos espaciales de categorías uso.	Espac. Categoría uso	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Uso Uso_ID Nombre uso Cód-Categoría uso	Nombre uso Cód-Categoría uso	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Uso Uso_ID Nombre uso Cód-Categoría uso
Modificar datos espaciales de fisiografía	Espac. Fisiografía Fisiografía	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Fisiog_ Fisiog_ID Cód-Fisiog Longitud Pendiente mínima Pendiente máxima	PNatural Fisiog_ID	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Fisiog_ Fisiog_ID Cód-Fisiog Longitud Pendiente mínima Pendiente máxima
Modificar datos espaciales de Familia suelos	Espac. Familia suelos	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Suelo_ Suelo_ID Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Estructura Profundidad mínima Profundidad máxima Reacción desde Reacción hasta Fertilidad Pedregosidad superficial Suscep-erosión Suscep-inundaciones	Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos	Nombre Reserva Reserva_ID Area Perimetro Suelo_ Suelo_ID Cód-Orden suelos Cód-Familia suelos Estructura Profundidad mínima Profundidad máxima Reacción desde Reacción hasta Fertilidad Pedregosidad superficial Suscep-erosión Suscep-inundaciones

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
<p>Modificar datos espaciales de hidrografia</p>	<p>Espac. Hidrog</p>	<p>Nombre Reserva FNode TNode RPoly LPoly Longitud Hidrog_ID Hidrog_ID Tipo curso Nombre curso Régimen</p>		<p>Nombre Reserva FNode TNode RPoly LPoly Longitud Hidrog_ID Hidrog_ID Tipo curso Nombre curso Régimen</p>
<p>Modificar datos espaciales de vialidad</p>	<p>Espac. Vialidad</p>	<p>Nombre Reserva Reserva_ID FNode TNode RPoly LPoly Longitud Vial_ID Vial_ID Tipo carretera Ancho</p>		<p>Nombre Reserva Reserva_ID FNode TNode RPoly LPoly Longitud Vial_ID Vial_ID Tipo carretera Ancho</p>
<p>Insertar datos de PNatural</p>	<p>PNatural</p>	<p>Cód-PNatural Nombre PNatural</p>		<p>Cód-PNatural Nombre PNatural</p>
<p>Insertar datos de categorías de uso</p>	<p>Categoría uso</p>	<p>Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso</p>		<p>Nombre uso Cód-Categoría uso Nombre Categoría uso</p>

Consultas/ transacciones	Archivos utilizados	Campos usados	Campos de unión	Registro lógico de la operación.
Insertar datos de requerimientos de categorías de uso.	Requerimientos	Nombre uso Cód-Categoría uso Aptitud Altitud mínima Altitud máxima Temperatura media anual mínima Temperatura media anual máxima Precipitación promedio anual Precipitación máxima Pendiente mínima Pendiente máxima Profundidad mínima Profundidad máxima Cód-Textura CFreática mínima CFreática máxima Suscep-inundaciones Reacción desde Reacción hasta Suscep-erosión Pedregosidad superficial		Nombre uso Cód-Categoría uso Aptitud Altitud mínima Altitud máxima Temperatura media anual mínima Temperatura media anual máxima Precipitación mínima Precipitación máxima Pendiente mínima Pendiente máxima Profundidad mínima Profundidad máxima Cód-Textura CFreática mínima CFreática máxima Suscep-inundaciones Reacción desde Reacción hasta Suscep-erosión Pedregosidad superficial
Insertar datos de ordenes y familias de suelos	Orden suelos Familia suelos	Cód-Orden suelo Nombre Orden suelo Cód-Familia suelos Nombre Familia suelos	Orden suelo	Cód-Orden suelo Nombre Orden suelo Cód-Familia suelos Nombre Familia suelos
Insertar datos de fisiografía	Fisiografía PNatural	Cód-PNatural Nombre PNatural Cód-Fisiog Nombre Fisiog Forma	Cód-PNatural	Cód-PNatural Cód-Fisiog Nombre Fisiog Forma
Insertar datos de formaciones	Formación Geología	Nombre Formación Litología Cód-Periodo Nombre Periodo Nombre Edad	Cód-Periodo	Nombre Formación Litología Cód-Periodo Nombre Periodo Nombre Edad

APTITUD DE LAS UNIDADES DE TIERRAS PARA LA CATEGORIA DE USO AGRICOLA MEJORADA DE CULTIVOS ANUALES Y HORTICOLAS, EN SECANO, ASOCIADA A ESPECIES FORESTALES.

Nº. UTI*	PENDIENTE	S. EROSION	PROFUNDIDA	TEXTURA	C. FREÁTICA	S. INUNDACIONES	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
2	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
3	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
5	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
6	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
7	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
8	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
9	A1	A1	A1	A2	A1	A2	A1	A1	A2	Textura	S. Inundaciones
10	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
11	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
12	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
13	A1	A1	A1	A2	A1	A2	A1	A1	A2	Textura	S. Inundaciones
14	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
15	A1	A1	A1	A2	A3	A2	A1	A1	A3	C. Freática	Textura
16	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
17	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
18	A1	A1	A1	A1	A1	NA	A1	A1	NA	S. Inundacione	
19	A1	A1	A2	A1	A1	A2	A1	A1	A2	Profundidad	S. Inundaciones
21	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
22	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
23	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
24	A1	A1	A1	A2	A1	A2	A1	A1	A2	Textura	S. Inundaciones
25	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
26	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A1	A2	Textura	C. Freática
27	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
28	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
29	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
30	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A1	A2	Textura	C. Freática
31	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
32	A1	A1	A1	A1	NA	NA	A1	A1	NA	C. Freática	S. Inundaciones
33	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
34	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
35	A1	A1	A1	A1	NA	NA	A1	A1	NA	C. Freática	S. Inundaciones
36	A1	A1	A1	A2	A1	A2	A1	A1	A2	Textura	S. Inundaciones
37	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
38	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. Freática
39	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
40	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
41	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
43	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
44	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
45	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
46	A1	A1	A2	A1	A1	A2	A1	A1	A2	Profundidad	S. Inundaciones

No. UT(*)	PENDIENTE	S. EROSION	PROFUNDIDA	TEXTURA	C. FREÁTICA	S. INUNDACIONES	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
47	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. Freática
48	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
49	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
50	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
51	A1	A1	A4	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. Freática
52	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
53	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
54	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
55	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
56	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
57	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
58	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
59	A1	A1	A1	A1	NA	NA	A1	A1	NA	C. Freática	S. Inundaciones
60	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
61	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
62	A1	A1	A1	A1	A1	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	
63	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. Freática
64	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
65	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
66	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
67	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
68	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. Freática	S. Inundaciones
69	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
71	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
72	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
73	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
74	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
75	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
76	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. Freática
77	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
79	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
80	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
81	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	

(*) No. Unidad de Tierra.

APTITUD DE LAS UNIDADES DE TIERRAS PARA LA CATEGORIA DE USO. PLANTACIONES FORESTALES.

NO. U.T. (*)	PENDIENTE	S. EROSION	PROFUNDIDA	TEXTURA	C. FREÁTICA.	S. INUNDACION	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. Inundaciones
2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
3	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
5	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
6	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
7	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
8	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
9	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
10	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. Inundaciones
11	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
12	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. Inundaciones
13	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
14	A1	A1	A1*	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. Inundaciones
15	A1	A1	A1	A1	A3	A2	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
16	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
17	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
18	A1	A1	A1	A1	A1	NA	A2	A1	NA	S. Inundaciones	
19	A1	A1	A2	A1	A1	A2	A1	A1	A2	Profundidad	S. Inundaciones
21	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
22	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
23	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
24	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
25	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
26	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A1	A2	Textura	C. freática
27	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
28	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
29	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
30	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A1	A2	Textura	C. freática
31	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
32	A1	A1	A1	A3	NA	NA	A1	A1	NA	C. freática	S. Inundaciones
33	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. Inundaciones
34	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
35	A1	A1	A1	A3	NA	NA	A1	A1	NA	C. freática	S. Inundaciones
36	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
37	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
38	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. freática
39	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
40	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
41	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. Inundaciones	
43	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
44	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
45	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
46	A1	A1	A2	A1	A1	A2	A1	A1	A2	Profundidad	S. Inundaciones
47	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. freática

NO. U.T. (*)	PENDIENTE	S. EROSION	PROFUNDIDA	TEXTURA	C. FREÁTICA.	S. INUNDACION	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
48	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
49	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	Susc. inundación
50	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
51	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. freática
52	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
53	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
54	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
55	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. inundaciones
56	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. inundaciones
57	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
58	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. inundaciones
59	A1	A1	A1	A3	NA	NA	A2	A1	NA	C. freática	S. inundaciones
60	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
61	A1	A1	A1	A3	A1	A2	A1	A1	A3	Textura	S. inundaciones
62	A1	A1	A1	A3	A1	NA	A1	A1	NA	S. inundaciones	Textura
63	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A1	A2	Profundidad	C. freática
64	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
65	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
66	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. inundaciones
67	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
68	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A2	C. freática	S. inundaciones
69	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
70	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
71	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
72	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
73	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
74	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
75	A1	A1	A1	NA	A3	NA	A2	A1	NA	Textura	S. inundaciones
76	A1	A1	A1	NA	NA	NA	A2	A1	NA	Textura	C. freática
77	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
79	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	
80	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1		
81	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A2	S. inundaciones	

(*) No. Unidad de Tierra

APTITUD DE LAS UNIDADES DE TIERRAS PARA LA CATEGORIA DE USO PASTOS CULTIVADOS
ASOCIADOS A ESPECIES ARBOREAS DE SOMBRA O MEJORADAS DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

No. UT(*)	PENDIENTE	S.EROSION	PROFUNDIDAD	TEXTURA	C.FREATICA	S.INUNDACIONES	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
1	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Textura
2	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
3	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
5	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
6	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
7	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
8	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
9	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
10	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
11	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
12	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Textura
13	A1	A1	A1	A3	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
14	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Textura
15	A1	A1	A1	A1	A1	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	
16	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
17	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
18	A1	A1	A1	A2	A3	A1	A1	A1	A3	C. freática	Textura
19	A1	A1	A2	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
21	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
22	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
23	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
24	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
25	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
26	A1	A1	A1	A2	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	Textura
27	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
28	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
29	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
30	A1	A1	A1	A2	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	Textura
31	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
32	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
33	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Textura
34	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
35	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
36	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
37	A1	A1	A1	A1	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
38	A1	A1	A2	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Profundidad
39	A1	A1	A1	A1	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
40	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
41	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
43	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
44	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
45	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
46	A1	A1	A2	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones

No. UT(*)	PENDIENTE	S.EROSION	PROFUNDIDAD	TEXTURA	C.FREATICA	S.INUNDACIONES	REACCION	PEDREGOSIDAD	APTITUD	LIMITANTE 1	LIMITANTE 2
47	A1	A1	A2	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Profundidad
48	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
49	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
50	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
51	A1	A1	A2	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Profundidad
52	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
53	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
54	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
55	A1	A1	A1	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	C. freática
56	A1	A1	A1	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	C. freática
57	A1	A1	A1	A1	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
58	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
59	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	A2	Textura	
60	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
61	A1	A1	A1	A2	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
62	A1	A1	A1	A2	A2	A1	A1	A1	A2	Textura	C. freática
63	A1	A1	A2	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	Profundidad
64	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
65	A1	A1	A1	A1	A3	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
66	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
67	A1	A1	A1	A1	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
68	A1	A1	A1	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	C. freática
69	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
70	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
71	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
72	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
73	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
74	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
75	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
76	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A2	Reacción	
77	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
79	A1	A1	A1	A1	A3	A3	A1	A1	A3	C. freática	S. Inundaciones
80	A1	A1	A1	A1	A2	NA	A1	A1	NA	S. Inundaciones	C. freática
81	A1	A1	A1	A1	A2	A3	A1	A1	A3	S. Inundaciones	C. freática

(*) No. Unidad de Tierra