

No. 11

**ESTUDIO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES
EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA**

INFORME FINAL

JUNIO DE 1962

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
ICRAF**

ESTUDIO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES
EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA

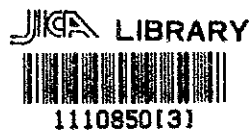
INFORME FINAL JUNIO DE 1962

705
88
AFF

AFF
JR
92-38

**ESTUDIO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FORESTALES
EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA**

INFORME FINAL



JUNIO DE 1992

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)**

国際協力事業団

25819



Firma de la Minuta
(En INDERENA, Santa Fe de Bogotá, febrero de 1989)



Presentación del Informe Progresivo I
(En INDERENA, Caldas, febrero de 1990)



Paisaje distante del área modelo del Río Tapias
(Las carreteras existentes pasan por la parte superior del punto de cambio de pendientes, y son estables.)



Paisaje distante del área modelo de Manizales
(El mejor bosque natural en la zona de bosques para la reserva de agua ; los páramos se encuentran en la parte superior.)



Paisaje distante del área modelo de Pensilvania
(Muchos pastos distribuyen en las pendientes suaves de la vecindad urbana, y se ve el mejor bosque artificial en el lado cercano.)



Ejecución del estudio de los recursos forestales
(Bosques artificiales de *P.patula*)
(Se realizó el entroncamento de la práctica de agrimensura.)



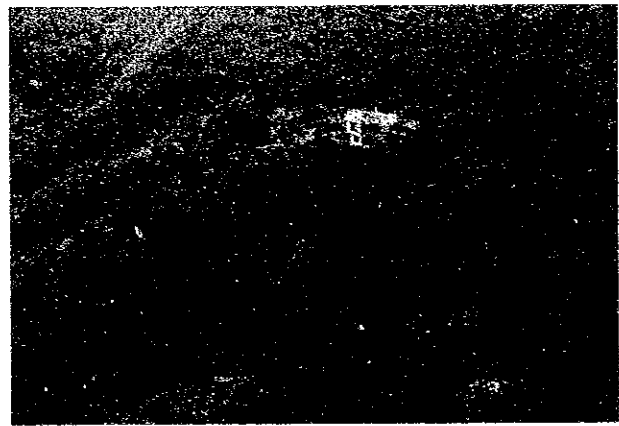
Estudio de los suelos
[Parcela No.MA4, Tm(Mollic Andosols)]



Estudio de condiciones de los bosques agroforestales
en la vecindad de Manizales
(Plantación del tomate de árbol en asociación con
P.patula)



Inmediatamente después del colapso; una plantación
joven del Aliso se extiende en la vecindad.
(Febrero de 1989)



Tres años después del colapso (foto izquierda);
se observa la recuperación notable de la
vegetación. (Febrero de 1992)



Instalación del Seminario
(En Santa Fe de Bogotá, 6 de mayo de 1992)



Instalación del Seminario
(En Manizales, 8 de mayo de 1992)

PROLOGO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Colombia, el Gobierno del Japón decidió realizar un Estudio de Desarrollo sobre el plan de manejo de los recursos forestales en el mismo país, y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, "Japan International Cooperation Agency") llevó a cabo dicho estudio.

En el periodo de febrero de 1989 a mayo de 1992, la JICA envió a la República de Colombia seis misiones técnicas, encabezadas por el Dr. Hiroshi Watanabe, la Asociación de Tecnología Forestal del Japón (JAFTA, "Japan Forest Technical Association").

Estas misiones sostuvieron una serie de conversaciones con los funcionarios competentes Colombianos y efectuaron las investigaciones de campo en el área del estudio. Tras su regreso al Japón, fué redactado el presente informe, a través de análisis de los datos obtenidos.

Espero que este informe contribuya al desarrollo del presente plan y sirva para promover la amistad y buenas relaciones entre ambos países.

Para concluir, quisiera expresar mi agradecimiento más profundo a todos los partícipes que cooperaron y apoyaron al presente estudio.

Junio de 1992



Kensuke Yanagiya

Presidente, Agencia de Cooperación

Internacional del Japón

INDICE

| | |
|--|----|
| Resumen | 1 |
| 1 Antecedentes y objetivo | 1 |
| 2 Areas objeto del Estudio..... | 1 |
| 3 Análisis por sensores remotos..... | 2 |
| 4 Toma de fotografías aéreas y trazado del mapa forestal básico | 6 |
| 5 Análisis de las informaciones básicas..... | 8 |
| 6 Estudio básico | 13 |
| 7 Guía del Plan de Manejo Forestal | 26 |
| 8 Plan Modelo de Manejo Forestal | 32 |
| 9 Evaluación del impacto ambiental | 43 |
| 10 Transferencia tecnológica | 48 |
| Recomendaciones | 49 |
| Capítulo 1 Introducción..... | 55 |
| 1-1 Antecedentes del Estudio | 55 |
| 1-2 Objetivo del Estudio..... | 56 |
| 1-3 Area objeto del Estudio | 57 |
| 1-4 Criterios básicos para ejecución de los estudios | 60 |
| 1-5 Contenido del Estudio | 61 |
| Capítulo 2 Toma de Fotografías Aéreas y Trazado del Mapa Forestal Básico..... | 65 |
| 2-1 Toma de fotografías aéreas..... | 65 |
| 2-2 Levantamiento de los puntos de control | 68 |
| 2-2-1 Levantamiento de los puntos de control | 68 |
| 2-2-2 Nivelación..... | 71 |
| 2-3 Triangulación aérea..... | 71 |
| 2-4 Trazado de los mapas | 72 |
| Capítulo 3 Análisis de las Informaciones Básicas | 75 |
| 3-1 Situación general de Colombia..... | 75 |
| 3-1-1 Características generales..... | 75 |
| 3-1-2 Situación económica | 78 |
| 3-1-3 Actividades económicas | 80 |
| 3-2 Situación general del Departamento de Caldas..... | 86 |
| 3-3 Situación general del área intensiva | 88 |

| | |
|--|-----|
| Capítulo 4 Estudios Básicos..... | 105 |
| 4-1 Estudios socioeconómicos | 105 |
| 4-1-1 Estudios de las condiciones socioeconómicas locales..... | 105 |
| 4-1-2 Estudio de las condiciones del uso de la tierra | 107 |
| 4-1-3 Estudio de la situación actual de las tierras agropecuarias | 110 |
| 4-1-4 Investigación de la oferta y demanda de productos forestales..... | 116 |
| 4-1-5 Estudio de la distribución de los productos forestales en el mercado | 118 |
| 4-1-6 Estudio relativo a los habitantes y los bosques locales..... | 121 |
| 4-2 Investigación de las condiciones ecológicas..... | 124 |
| 4-2-1 Investigación de la fisonomía forestal y de la vegetación..... | 124 |
| 4-2-2 Investigación de los recursos forestales | 129 |
| 4-2-3 Investigación de los suelos..... | 145 |
| 4-2-4 Investigación de las tierras apropiadas para reforestación | 153 |
| 4-3 Estudio del Plan de Manejo Forestal | 162 |
| 4-3-1 Estudio de de la conservación forestal | 162 |
| 4-3-2 Estudios para mejoramiento de la fisonomía forestal..... | 169 |
| 4-3-3 Estudio de las tierras devastadas..... | 173 |
| 4-3-4 Estudio del manejo forestal..... | 180 |
| 4-3-5 Estudio de los caminos forestales | 184 |
| 4-4 Estudio de la situación de las concesiones..... | 189 |
| 4-4-1 Sistema de permiso de corta..... | 189 |
| 4-4-2 Situación actual de los permisos de corta..... | 189 |
| 4-4-3 Examen de los criterios del permiso de corta..... | 193 |
| Capítulo 5 Guía para el Plan de Manejo Forestal | 197 |
| 5-1 Contenido de la Guía..... | 197 |
| 5-1-1 Conceptos básicos de la Guía..... | 197 |
| 5-1-2 Clasificación de los bosques | 197 |
| 5-1-3 Criterios de la Guía..... | 197 |
| 5-1-4 Categorías de trabajo forestal | 198 |
| 5-2 Criterios de conservación forestal | 200 |
| 5-2-1 Características de los criterios..... | 200 |
| 5-2-2 Criterios para la selección de los bosques de conservación | 200 |
| 5-2-3 Criterios de conservación forestal | 202 |
| 5-3 Criterios para el mejoramiento de la fisonomía forestal..... | 204 |
| 5-3-1 Características de los criterios..... | 204 |
| 5-3-2 Criterios para la selección de bosques que necesitan mejoramiento .. | 204 |
| 5-3-3 Criterios para el mejoramiento de bosques | 205 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 5-4 | Criterios para rehabilitación de tierras devastadas | 206 |
| 5-4-1 | Características de los criterios..... | 206 |
| 5-4-2 | Criterios para la selección de las áreas objetos de rehabilitación..... | 206 |
| 5-4-3 | Criterios para la rehabilitación de las áreas devastadas..... | 207 |
| 5-5 | Criterios de manejo forestal | 210 |
| 5-5-1 | Características de los criterios..... | 210 |
| 5-5-2 | Criterios de las categorías de trabajo forestal..... | 210 |
| 5-5-3 | Criterios para ejecución de los trabajos forestales | 211 |
| 5-5-4 | Criterios para la producción de plántulas | 218 |
| 5-6 | Criterios para la apertura de caminos forestales..... | 221 |
| 5-6-1 | Características de los criterios..... | 221 |
| 5-6-2 | Criterios para la construcción de caminos forestales | 221 |
| 5-6-3 | Modelo de diseño de la construcción de los caminos forestales | 225 |
| Capítulo 6 | Plan Modelo de Manejo Forestal | 227 |
| 6-1 | Plan Modelo del Rfo Tapias..... | 227 |
| 6-1-1 | Generalidades..... | 227 |
| 6-1-2 | Situación actual del área modelo..... | 227 |
| 6-1-3 | División forestal | 229 |
| 6-1-4 | Plan de Manejo Forestal | 231 |
| 6-2 | Plan Modelo para el bosque de la Ciudad de Manizales | 246 |
| 6-2-1 | Generalidades..... | 246 |
| 6-2-2 | Situación actual del área modelo..... | 246 |
| 6-2-3 | División forestal | 249 |
| 6-2-4 | Plan de Manejo Forestal | 250 |
| 6-2-5 | Creación del Bosque Ciudadano..... | 263 |
| 6-3 | Plan Modelo de Pensilvania..... | 268 |
| 6-3-1 | Generalidades..... | 268 |
| 6-3-2 | Situación actual del área modelo..... | 268 |
| 6-3-3 | División forestal | 269 |
| 6-3-4 | Plan de Manejo Forestal | 272 |
| Capítulo 7 | Evaluación del Impacto Ambiental | 297 |
| 7-1 | Método de la evaluación y su procedimiento..... | 297 |
| 7-2 | Ejecución de la evaluación..... | 299 |
| Capítulo 8 | Transferencia Tecnológica..... | 321 |

Anexo

| | | |
|--------|---|------|
| No. 1 | Lista de las Especies Aparecidas en los Bosques Naturales..... | A-1 |
| No. 2 | Cuadro Sinóptico del Resultado de Estudio de los Bosques | A-4 |
| No. 3 | Distribución del Número de Arboles por Especie y por Clase de Altura en los Bosques Naturales..... | A-8 |
| No. 4 | Distribución del Número de Arboles por Especie y por Clase de Altura en los Arboles Regenerados Naturales..... | A-11 |
| No. 5 | Mapa de Ubicación del Perfil del Suelo..... | A-14 |
| No. 6 | Características Generales del Perfil del Suelo..... | A-17 |
| No. 7 | Características Generales de los Puntos de Perforación Sencilla | A-19 |
| No. 8 | Sistema Japonés de Clasificación de Suelos | A-21 |
| No. 9 | Los Animales Existentes (a través del Estudio por Encuesta)..... | A-29 |
| No. 10 | Factores de las Areas Devastadas..... | A-32 |
| No. 11 | Sistema de Otorgamiento de Concesiones para el Aprovechamiento del Recurso Forestal..... | A-35 |
| No. 12 | Especificaciones Estándar de las Obras Rehabilitación de las Areas Devastadas | A-41 |
| No. 13 | Modelo de Diseño de la Construcción de los Caminos Forestales..... | A-52 |
| No. 14 | Planes Detallados del Bosque Ciudadano | A-57 |
| No. 15 | Mapas y Documentos Anexos | A-80 |
| No. 16 | Miembros de la Misión de Estudio y Otros Asuntos Afines..... | A-82 |

LISTA DE ABREVIATURAS Y GLOSARIOS

ABREVIATURAS

| INSTRUCCIONES | |
|---------------|---|
| ACOFORE | Asociación Colombiana de Reforestadores |
| CAR | Corporación Autónoma de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez |
| CENICAFE | Centro Nacional de Investigaciones de Café |
| CHEC | Central Hidroeléctrica de Caldas |
| CINOC | Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas |
| CONIF | Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal |
| GRAMSA | Corporación Regional Autónoma para la Defensa de las Ciudades de Manizales, Salamina y Aranzazu |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadística |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación |
| DRI | Fondo de Desarrollo Rural Integrado |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| FEDERACAFE | Federación Nacional de Cafeteros |
| HIMAT | Instituto Colombiano de Hidrología Meteorología y Adecuación de Tierras |
| IGAC | Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" |
| INCORA | Instituto Colombiano de la Reforma Agraria |
| INDERENA | Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente |
| JICA | Agencia de Cooperación Internacional del Japón |
| PAFC | Plan de Acción Forestal para Colombia |
| PROEXPO | Fondo de Promoción de Exportaciones de Colombia |
| SADEC | Servicio Aerofotogramétrico de Colombia S.A. |
| SENA | Servicio Nacional de Aprendizaje |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |

| TERMINOS TECNICOS | |
|-------------------|---|
| CITES | Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre |
| DAP | Diámetro a la Altura del Pecho (1.3m) |
| GPS | Global Positioning System |
| PIB | Producto Interno Bruto |

GLOSARIOS

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Aliso | <i>Alunus jorullensis</i> |
| Año fiscal del Japón | Empieza en abril y termina en marzo. |
| Ciprés | <i>Cupressus lusitanica</i> |
| S/W | Alcance de Trabajo (Scope of Work) |

Resumen

Resumen

1. Antecedentes y objetivo

La región de la Cordillera Central de los Andes de la República de Colombia (de ahora en adelante Colombia) viene siendo explotada desde hace mucho tiempo, y los bosques vienen siendo destruidos debido a las actividades de producción que acompañan el crecimiento demográfico. Como resultado, las funciones desempeñadas por los bosques, tales como la conservación de agua, prevención de la erosión del suelo, etc., se han debilitado, causando problemas de varios tipos en las áreas situadas más abajo de los ríos. Así, la conservación de los bosques existentes y la reforestación de las tierras desnudas es un problema de urgencia especial. En vista de dicha situación, el Gobierno de Colombia ha solicitado cooperación técnica al Gobierno de Japón con la finalidad de estudiar el manejo de los recursos forestales. En respuesta a dicha solicitud la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) e INDERENA han firmado el S/W del presente estudio el 13 de julio de 1988.

El presente estudio, basado en el S/W referido, fué iniciado en febrero de 1989 y ha terminado en mayo de 1992, con la finalidad de contribuir al establecimiento de un sistema apropiado de manejo de los recursos forestales, a través del análisis de los datos del satélite Landsat relativos a la reserva forestal central de Colombia, del trazado del mapa forestal básico a partir de las fotografías aéreas del área forestal del Departamento de Caldas, de la formulación de la Guía del Plan de Manejo Forestal, de la formulación del Plan Modelo y otros trabajos afines. El presente informe es el resumen de los resultados obtenidos.

2. Areas objeto del Estudio

Las áreas objeto del presente estudio pertenecen a la reserva forestal central de la Región Andina de Colombia, y se componen de las tres categorías que se describen a continuación:

- (1) La reserva forestal central, que se llama "área de estudio" en el presente informe, es una faja con una superficie de aproximadamente 1.6 millones de há, que se extiende en la dirección N-S, donde se ha identificado la situación general de los bosques y del uso de la tierra a través de los datos del satélite Landsat.
- (2) Dentro del área de estudio hay un "área intensiva", con una superficie de aproximadamente 200 mil há, donde se han tomado las fotografías aéreas, se ha trazado el mapa topográfico, y se ha formulado la Guía del Plan de Manejo Forestal.

- (3) El área intensiva contiene las "áreas modelo", con una superficie total de aproximadamente 20 mil há, donde se implantaron los modelos concretos de las Guías del Plan de Manejo Forestal a través del estudio forestal, del estudio del suelo, del estudio socioeconómico y otros estudios afines. Las áreas modelo están ubicadas en tres lugares, el área modelo del Río Tapias, que se compone de los bosques nacionales de las crestas de la reserva forestal central, el área modelo de Manizales, que se compone de los bosques de conservación de agua de la Ciudad de Manizales, y el área modelo de Pensilvania que se compone de los bosques artificiales situados en las laderas de la reserva forestal central.

3. Análisis por sensores remotos

Puesto que los resultados de los análisis por sensores remotos ya han sido descritos en otro informe, este informe se limita a presentar sólo el resumen, siendo omitida la parte principal de dichos resultados.

1) Objetivo del análisis

El análisis por sensores remotos ha sido ejecutado para identificar científicamente la situación actual y la evolución cronológica de la distribución de los bosques y del uso de la tierra dentro del área de estudio, a través de los datos del satélite Landsat, con el objeto de utilizar los resultados obtenidos como datos básicos para formulación de la Guía del Plan de Manejo Forestal y de realizar la transferencia tecnológica a los contrapartes colombianos.

2) Método de análisis

(1) Alcance del análisis y datos usados

El análisis cubre el área de estudio y sus vecindades (el área analizada tiene una superficie de 1,918,800 há), y los datos del satélite Landsat de las 4 escenas que se indican en el Cuadro 1 han sido utilizados. Dichos datos están contenidos en cintas magnéticas susceptibles de procesamiento por ordenadoras, y las escenas más apropiadas de dos épocas, de la décadas de 1970 y de 1980, con las cantidades más pequeñas de nubes, han sido elegidas con el objetivo de identificar la evolución cronológica. Las superficies reales de análisis, con exclusión de las nubes, son de 1,640,000 há en la década de 1970 y de 1,269,200 há en la década de 1980.

Cuadro 1 Datos del satélite Landsat utilizados

| Epoca | Sensor | LANDSAT No. | PATH-ROW | Fecha de medición | Cantidad de nubes |
|---------|--------|-------------|----------|-------------------|-------------------|
| Antigua | MSS | L-2 | 9-56 | 1977.9.17 | 50% |
| | " | L-1 | 9-57 | 1976.2.1 | 20% |
| | " | L-1 | 9-58 | 1976.2.1 | 30% |
| | " | L-1 | 9-59 | 1976.2.1 | 30% |
| Nueva | " | L-4 | 9-56 | 1987.12.24 | 30% |
| | " | L-4 | 9-57 | 1987.12.24 | 20% |
| | " | L-4 | 9-58 | 1987.12.24 | 20% |
| | " | L-4 | 9-59 | 1987.12.24 | 50% |

(2) Trabajos preparatorios

Los datos obtenidos del satélite Landsat han sido sometidos a la corrección de brillo, que consiste en ajustar los tonos de los colores para igualar los bordes de las diferentes imágenes adyacentes unas a otras, así como a la corrección geométrica, que consiste en ajustar las imágenes a los mapas topográficos, con la finalidad de utilizarlos en los trabajos de campo y en los trabajos analíticos. En seguida se llevó a cabo el procesamiento para obtener las imágenes de falso color, donde la vegetación aparece con color rojo, con el objetivo de usarlas en el estudio de la vegetación y en el estudio del uso de la tierra. Basándose en los tonos de los colores de dichas imágenes, han sido elegidos y asentados los puntos de referencia para discriminación de las imágenes (áreas de monitoreo), y el mapa de clasificación primaria de la cobertura de las tierras ha sido trazado a través de la interpretación automática por medio de ordenadoras.

(3) Estudio de campo

En el estudio de campo han sido establecidas las áreas de monitoreo utilizadas en la clasificación secundaria de la cobertura de la tierra, y los datos relativos al uso de la tierra, la vegetación, las condiciones de la tierra y las demás informaciones de cada punto han sido debidamente investigadas y registradas. Las áreas de monitoreo han sido establecidas en 60 lugares en total, cada área de monitoreo tiene superficies con los elementos típicos de identificación iguales o superiores a 5 há alrededor de los puntos de observación. Los seis elementos de identificación que han sido elegidos en este estudio son: páramos, bosques naturales, bosques artificiales, estancia-pastos, bosques agroforestales y tierras agrícolas.

3) Resultados del análisis

(1) Situación del uso de la tierra y de la vegetación

La situación del uso de la tierra y la situación de distribución de la vegetación han sido analizadas en la totalidad del área de estudio y en cada uno de los diez departamentos comprendidos dentro del área de Estudio.

Los resultados obtenidos indican que en la década de 1980 los bosques eran el elemento más importante de cobertura de la tierra, ocupando el 40% del total, seguido de las estancias y pastos ocupando el 34%, los páramos ocupando el 13%, los bosques agroforestales ocupando el 11%, las tierras desnudas, de labranza, las tierras cubiertas de nieve, hielo, etc. ocupando el 2%.

En cuanto a los bosques, había distribución de bosques naturales principalmente en las crestas y en las pendientes orientales de la Cordillera Central. La distribución de bosques naturales era relativamente frecuente en la parte meridional del área de estudio, y por otro lado en Caldas, Antioquia y otros departamentos de la parte septentrional del área de estudio había una distribución relativamente escasa de bosques naturales. La superficie estimada de bosques naturales era de aproximadamente 484 mil há.

Los bosques artificiales se distribuían en pequeñas superficies en las pendientes occidentales de la cordillera en los Departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, etc., y en superficies ligeramente más grandes en el Departamento de Cauca, situado en la parte septentrional del área de estudio. Los bosques artificiales tenían una superficie de aproximadamente 47 mil há, y ocupaban más o menos el 3% del total.

El Cuadro 2 muestra los 9 elementos usados en la interpretación de las imágenes y los tonos de sus colores.

(2) Evolución cronológica

La evolución cronológica del uso de la tierra y de la cobertura de la vegetación ha sido examinada en una superficie de aproximadamente 1,040 mil há, susceptible de análisis tomando en consideración la cantidad de nubes y los demás factores afines.

Los resultados obtenidos indican que en general una parte considerable de los bosques naturales han sido transformados en estancias, pastos y bosques agroforestales durante el periodo comprendido entre las décadas de 1970 y de 1980

(aproximadamente 10 años). Por otro lado, se observa también un ligero aumento en la superficie de bosques artificiales. El cambio cronológico ha sido observado en una superficie de aproximadamente 33 mil há (correspondiente al 3% de la superficie analizada). Aproximadamente 24,400 há de bosques, que corresponden al 76% de la superficie total donde se han observado cambios, han sido transformados en estancias, pastos y bosques agroforestales.

En cuanto a los detalles de la transformación de los bosques a otras formas de uso de la tierra, se supone que de los bosques naturales desaparecidos aproximadamente 20,400 há hayan sido transformadas a estancias y pastos, y que aproximadamente 4,000 há hayan sido transformadas a bosques agroforestales. Por otro lado, aproximadamente 5,000 há de bosques agroforestales han sido transformadas en estancias-pastos, tierras agrícolas, ciudades, áreas urbanas, etc., y eso corresponde al 15% de la superficie afectada por la variación cronológica.

Cuadro 2 Criterios y tonos de colores para interpretación de las imágenes

| Clasificación | Tono de color | Características |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Tierras cultivables | Rojo claro | Topografía con formato suave, y con los arrozales de regadío teniendo la apariencia de mozaico de color azulado. |
| Bosques agroforestales | Color rojo a rojo oscuro | Presenta una apariencia de textura fina en las vertientes suaves. |
| Bosques (Bosques artificiales) | Color pardo rojizo a rojo claro | Apariencia de textura ligeramente gruesa en las vertientes de las áreas montañosas. |
| Bosques (Bosques naturales) | Color pardo rojizo a rojo oscuro | Apariencia de textura gruesa en las vertientes de las áreas montañosas. |
| Estancias-pastos | Color carmesí | Apariencia de textura suave. |
| Páramos | Color verde a pardo claro | Formas irregulares que aparecen en las crestas de las montañas. |
| Tierras desnudas y tierras estériles | Color verde claro a amarillo claro | Pequeños puntos y líneas existentes en las vertientes. |
| Ciudades y áreas urbanas | Color azul | Superficies con formas irregulares |
| Tierras cubiertas de nieve y hielo | Color blanco a azul | Cumbres y crestas de las montañas. |

Nota: Estos criterios indican los tonos de los colores y las características que aparecen en las imágenes de falso color.

Por otro lado, las estancias y pastos transformados en bosques artificiales ocupan una superficie de aproximadamente 1,500 há, que corresponden al 5% del total afectado por las variaciones cronológicas. Los páramos transformados en estancias y pastos ocupan una superficie de aproximadamente 1,300 há (4%), los bosques artificiales transformados en estancias y pastos ocupan una superficie de aproximadamente 400 há (1%), y las tierras cultivables transformadas en bosques agroforestales ocupan una superficie de aproximadamente 100 há.

La Figura 1 muestra la variación cronológica mencionada por medio de índices.

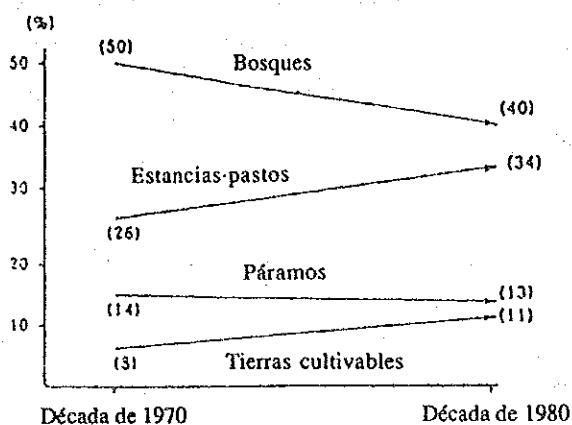


Figura 1 Variación cronológica del uso de la tierra

4. Toma de fotografías aéreas y trazado del mapa forestal básico

1) Toma de fotografías aéreas

Fotografías aéreas de una superficie de aproximadamente 200 mil há del área intensiva han sido tomadas con el objetivo de obtener las informaciones más recientes del área intensiva y de trazar el mapa forestal básico.

El número total de las fotografías aéreas de escala 1:20,000 que han sido tomadas llegó a 557. Las fotografías de las áreas modelo han sido ampliadas hasta una escala de 1:10,000, y 100 fotografías han sido obtenidas como resultado.

El cuadro 3 muestra las especificaciones para la toma de dichas fotografías aéreas.

Cuadro 3 Especificaciones de las fotografías aéreas

| Especificaciones | Plan | Ejecución |
|--|---|------------------------------------|
| Area objeto de la toma de fotografías aéreas | Area intensiva | Area intensiva |
| Superficie cubierta | 2,000 km ² (200,000 há) | 1,730 km ² (173,000 há) |
| Escala de la toma de fotografías aéreas | 1:20,000 | igual que izquierda |
| Número de rutas de la toma de fotografías aéreas | 17 rutas | 28 rutas |
| Número de fotografías tomadas | 450 fotos | 557 fotos |
| Avión utilizado | CESSNA TU-260HK 144 (Capacidad de ascensión: 8,000 m) | |
| Cámara utilizada | WILD RC-8 (Objetivo AVIOGON f:150mm) | |

2) Levantamiento de los puntos de control, etc.

Los mapas topográficos dentro del área intensiva han sido trazados a través del levantamiento por medio de fotografías aéreas. En cuanto a los puntos de control necesarios para triangulación aérea, 3 de los 10 puntos nacionales de control (con las coordenadas y las altitudes conocidas) de Colombia existentes dentro del área intensiva, han sido adoptados tomando en consideración la accesibilidad al sitio y la posibilidad de indicación sobre las fotografías aéreas, y además los 14 puntos necesarios para mantener la precisión del levantamiento, han sido establecidos a través del método de observación por satélite (observación GPS), de esa manera totalizando 17 puntos de control.

La nivelación ha sido ejecutada entre los puntos de observación GPS y los 25 puntos nacionales de control, que han sido elegidos de entre los puntos nacionales de control confirmados a lo largo del trayecto de 70km de la carretera nacional entre Manizales y Fresno y a lo largo del trayecto de aproximadamente 100km entre Manizales y Aguadas.

La triangulación aérea ha sido ejecutada, y los valores numéricos necesarios han sido obtenidos, a través del método analítico basado en los resultados del levantamiento de los puntos de control y de la nivelación.

3) Trazado del mapa forestal básico

El mapa forestal básico ha sido trazado por medio del instrumento de trazado cartográfico, basándose en los resultados de la triangulación aérea. Los contenidos de los mapas forestales básicos que han sido trazados se indican a continuación:

(1) Escala y superficie

- Mapa forestal básico del área intensiva : 1:20,000 2,000 km²
(19 mapas de 80cm × 60cm)
- Mapa forestal básico del área intensiva : 1:5,000 200 km²
(37 Mapas de 80cm × 60cm)

(2) Intervalos de las curvas de nivel

- Mapa forestal básico del área intensiva : Escala 1:20,000
Intervalos de las curvas principales : 20m
Intervalos de las curvas secundarias : 10m
- Mapa forestal básico de las áreas modelo : Escala 1:5,000
Intervalos de las curvas principales : 10m
Intervalos de las curvas secundarias : 5m

5. Análisis de las informaciones básicas

1) Descripción general de Colombia

Colombia está situada en la extremidad Noroeste del continente sudamericano, tiene un territorio de aproximadamente 1.14 millones de km² (aproximadamente 3.1 veces más grande que el Japón) y una población de aproximadamente 32 millones de habitantes, y puesto que el Ecuador pasa a través del sur del país, y la Cordillera de los Andes se extiende en la parte central en forma de 3 cadenas, el territorio nacional se divide en las 5 zonas que luego se mencionan, según las influencias de los factores geográficos, climatológicos, etc., y la situación de los bosques y de la silvicultura tienen características peculiares en cada una de dichas zonas.

La Zona Andina, que tiene la densidad demográfica más alta gracias a las condiciones de vida favorables, tiene la tasa de áreas boscosas más baja, y el mejoramiento de las condiciones ambientales a través de la recuperación de los bosques es un tema de urgencia especial. (Véase el Cuadro 4)

Cuadro 4 Índices principales de cada zona geográfica

| Zona geográfica \ Índice | Cuenca del Amazonas | Cuenca del Orinoco | Costa del Océano Pacífico | Costa del Mar Caribe | Zona Andes |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Porcentaje del territorio nacional | 35.3% | 22.3% | 7.8% | 9.4% | 25.2% |
| Porcentaje de bosques | 80.2% | 28.0% | 61.0% | 4.9% | 26.5% |
| Porcentaje de pasturas | 4.2% | 44.5% | 9.1% | 58.9% | 37.0% |
| Porcentaje de tierras agrícolas | 0.4% | 1.3% | 4.9% | 8.1% | 11.0% |
| Densidad demográfica | 1.49 p/km ² | 3.75 p/km ² | 33.16 p/km ² | 53.23 p/km ² | 76.81 p/km ² |

2) Descripción general del Departamento de Caldas

El Departamento de Caldas está situado en la parte más o menos occidental del territorio nacional, y su mayor parte se compone de una región montañosa de la Cordillera Central de los Andes ubicada entre los Ríos Magdalena (el más grande del país) y Cauca. De una manera general el departamento se compone de terrenos de declividad escarpada, tiene una superficie de 7,888 km² que corresponde al 0.7% del territorio nacional, y es un departamento pequeño de la región.

Desde el punto de vista topográfico, dentro del departamento hay una diferencia de altitudes de aproximadamente 3,500m, desde los terrenos tropicales de las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca hasta las cumbres nevadas de los Andes, habiendo por consiguiente amplias variaciones en las condiciones del clima y del suelo, pero de manera general el grado de fertilidad del suelo es bastante alto. Sin embargo, debido al grado avanzado de desarrollo el porcentaje de áreas boscosas es bajo (20.9%), las tierras agrícolas y los pastos (aproximadamente el 70% de la superficie total) se extienden hasta los terrenos con declividad escarpada, y eso es una de las causas del empeoramiento de las condiciones ambientales.

Por otro lado, este departamento tiene una densidad demográfica de 116 habitantes/km², que es una de las más altas del país, ocupa el noveno lugar en términos de capacidad de generación de energía eléctrica, el décimo segundo lugar en términos de densidad de carreteras nacionales, posee una tasa de electrificación del 87.6% de las viviendas, una tasa de suministro de agua corriente de 79.1%, una tasa de instalación de alcantarillado del 75.1%, y la tasa de analfabetismo de la población con edad superior a 5 años es baja (15.4%), teniendo por consiguiente una infraestructura social relativamente bien equipada, pero las barriadas bajas están creciendo en los alrededores de las ciudades.

3) Descripción general del área intensiva

(1) Ubicación

El área intensiva está situada en la parte central del Departamento de Caldas, y se extiende aproximadamente 50km alrededor de la Cordillera Central de los Andes.

(2) Divisiones administrativas y superficies

El área intensiva comprende las 9 unidades administrativas del Departamento de Caldas que se mencionan a continuación, y tiene una superficie de 204,700 há. (Referencia: Figura 2).

Cuadro 5 Superficie por ciudad

| Nombre de la ciudad | Superficie (há) | Nombre de la ciudad | Superficie (há) |
|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Manizales | 19,000 | Aguadas | 14,100 |
| Neira | 23,300 | Marulanda | 40,400 |
| Aranzazu | 12,900 | Manzanares | 10,900 |
| Salamina | 33,500 | Pensilvania | 39,900 |
| Pácora | 10,700 | Total | 204,700 |

(3) Topografía, geología

Las altitudes dentro del área intensiva son variables desde un nivel mínimo de 750m hasta un nivel máximo de 3,850m, aproximadamente el 60% de la superficie total se distribuye entre altitudes de 2,000m a 3,000m y la altitud media es de 2,780m.

La topografía tiene un relieve estructural erosionado por los ríos que corren hacia el Este y hacia el Oeste, con la Cordillera Central de los Andes funcionando como divisor de aguas. Puesto que la fisonomía topográfica es escarpada y complicada, excepto en las zonas de colinas y en las semi-llanuras que se distribuyen principalmente en los alrededores de Salamina y Pácora, la mayoría de los ríos componen valles escarpados sin tierras llanas en el fondo, las tierras agrícolas, las pasturas y las áreas habitadas se extienden desde la mitad de las laderas de las montañas hacia las crestas, y la mayoría de las carreteras principales son de tipo de línea del horizonte.

En cuanto a la geología, los porfidos andinos y las lavas andinas se distribuyen principalmente en la parte meridional del área intensiva, una geología que se compone principalmente de cuarzdioritas se distribuye en la parte nordeste, y en las vecindades de las zonas de colinas de la parte nordeste, se observa la distribución de pelitas y arcillas mezcladas con conglomerados y arena sobre rocas de la Era Paleozóica. De una manera general, se observa también la distribución de estratos que tienen la superficie cubierta de sedimentos volcánicos.

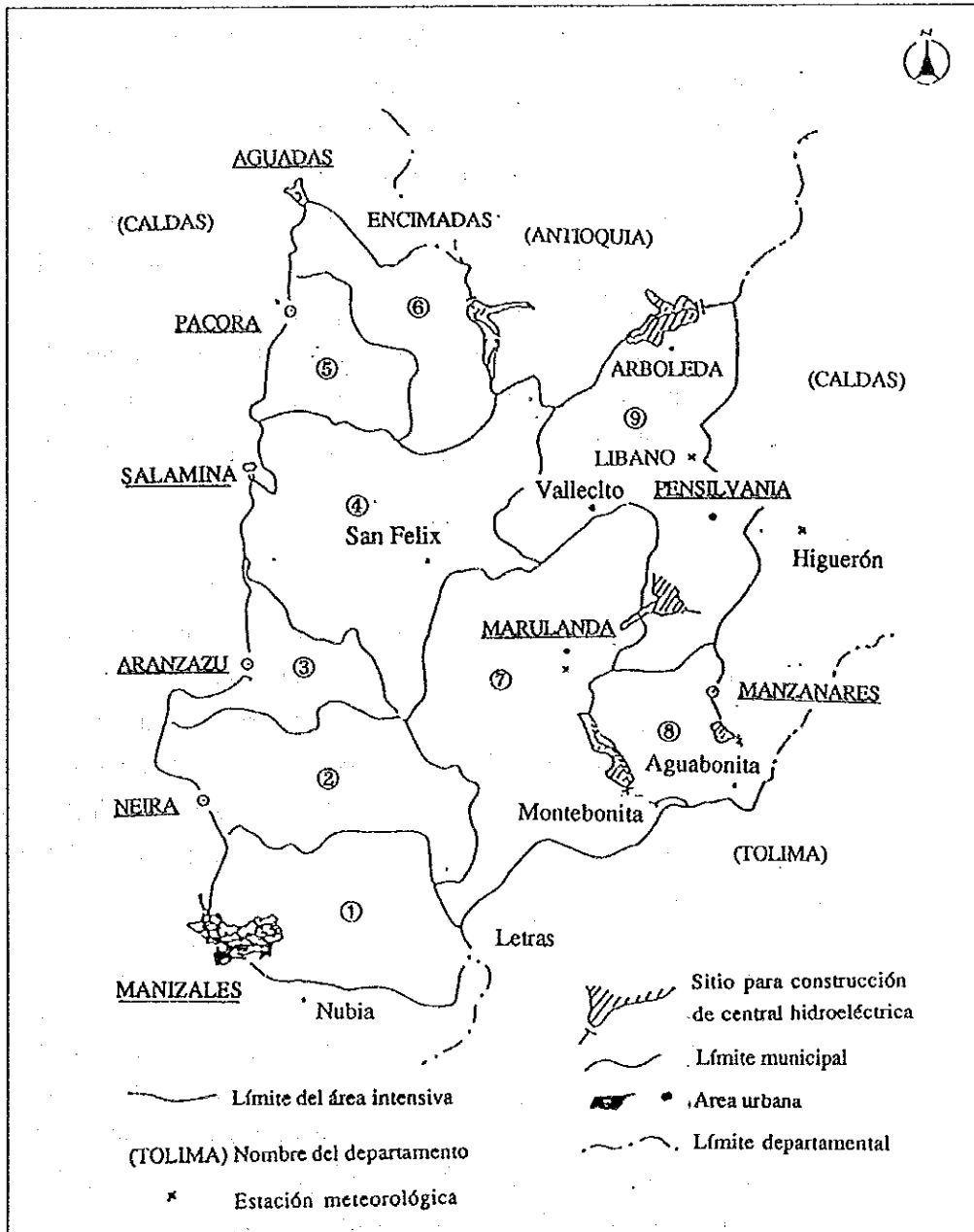


Figura 2 Mapa de división administrativa del área intensiva

(4) Meteorología

Puesto que el área intensiva pertenece a la zona de altiplanos de bajas latitudes, la variación anual de temperatura es generalmente baja, y la temperatura máxima no llega a pasar de los 30°C. Por otro lado, se supone que la temperatura mínima de las crestas de las montañas sea de aproximadamente -5°C, y que por consiguiente, no haya acumulación de nieve dentro del área.

Según los datos estadísticos del HIMAT, se supone que la precipitación pluviométrica media sea de 1,000mm a 4,000mm, con una precipitación pluviométrica diaria máxima de 12.8mm a 82.2mm (sólo un caso de precipitación pluviométrica superior a 80mm ha sido registrada durante 10 años en la zona de Pensilvania), y de una manera general se observan valores más altos en el lado oriental de la Cordillera Central (cuena del Río Magdalena). Sin embargo, puesto que el número de días lluviosos es ligeramente mayor en el lado occidental de la Cordillera Central, se supone que la intensidad de la precipitación pluviométrica sea relativamente más fuerte en el lado oriental. De cualquier manera, el área intensiva está ubicada en la zona tropical calma, sin variaciones muy fuertes tales como tifones, etc., y presenta "condiciones meteorológicas tranquilas".

(5) Población

Se supone que la población existente dentro del área intensiva sea de aproximadamente 50,000 habitantes al máximo, con una densidad demográfica de 25 habitantes por km², que es un valor próximo al valor medio del país. La mayoría de la población del área intensiva se dedica a la administración de las granjas ganaderas o a la agricultura, y Cementos Caldas S.A., ubicada en la Ciudad de Neira, es la única empresa de gran envergadura existente dentro del área.

(6) Medios de transporte

El área intensiva tiene tres lados, menos la parte septentrional, rodeada de carreteras nacionales, pero dentro del área hay sólo caminos de bajas especificaciones técnicas, excepto el camino de grava entre Manizales y Salamina, y de una manera general el sistema de transporte tiene malas condiciones debido a la topografía montañosa de características complicadas.

6. Estudio básico

1) Estudio de las condiciones socioeconómicas

Las características socioeconómicas generales del área intensiva han sido identificadas a través de entrevistas con las instituciones públicas, empresas y habitantes dentro del área. Las características generales se describen a continuación:

(1) Estudio de la economía e industria local

Las actividades económicas principales dentro del área intensiva son la agricultura y la ganadería, y más del 80% de los habitantes locales se dedican a ellas. Sin embargo, en los últimos años se está tratando de activar la silvicultura, incluso en las vecindades del área intensiva, y además de la carpintería doméstica que se practicaba tradicionalmente, se está también produciendo madera para la fabricación de pulpa, y actualmente, los materiales están comenzando a ser suministrados a la fábrica de tableros de aglomerados que comenzó a funcionar en la Ciudad de Manizales. Por otro lado, se supone que la producción de café, que es la actividad económica principal de la región, siga manteniendo su posición. En cuanto a la ganadería, que se explota de manera extensiva, la perspectiva para el futuro no es muy favorable, y se piensa que en el mejor caso se limitará a mantener la situación actual.

Debido a la influencia de las actividades económicas anotadas, hay una tendencia cada vez más fuerte de concentración demográfica en las áreas urbanas. La tendencia es especialmente fuerte en la Ciudad de Manizales, donde están siendo tomadas medidas para la construcción de nuevas áreas residenciales. Por otro lado se observa la diferencia creciente en los niveles de los sueldos y de los precios entre las áreas urbanas y rurales.

(2) Estudio del uso de la tierra

En cuanto a la situación del uso de la tierra dentro del área intensiva, según datos de 1989, los pastos que se componen de los páramos, pasturas, etc., ocupan el porcentaje más grande con el 49.7%, seguido de los bosques con el 39.2%, los cafetales con el 4.4%, las tierras cultivables con el 4.2% y las demás formas de uso de la tierra con el 2.5%. Por otro lado, dentro del área modelo los bosques ocupan el porcentaje más grande (53.4%), seguido de los pastos con 36.5%, las tierras cultivables con el 4.7%, los cafetales con el 3.9%, y las demás formas de uso de la tierra con el 10.5%.

(3) Estudio de la situación actual de las tierras agropecuarias

La totalidad de las tierras agropecuarias del área intensiva son de propiedad privada, y las fincas de grandes proporciones están siendo mantenidas por administradores y agregados. El prototipo del uso de la tierra tiene las características que se mencionan a continuación. Las tierras agropecuarias tienen superficies siempre variables.

Páramo = Pastoreo → Cultivo (papa) → Reposo → Pastoreo ...

Bosque I = Corta → Quema → Pastoreo → Reposo (Reforestación) → Corta ...

Bosque II = Corta selectiva (Entresaca) → Reposo → Corta selectiva ...

Pasto I = Pastoreo → Reforestación (Ganadería silvopastoril) → Corta →
Pastoreo ...

Pasto II = Pastoreo → Reposo (Fertilización) → Pastoreo (Número de cabezas
ajustado según la capacidad de producción) ...

Cultivo I = Cafetal (Fertilización, replantación, rebrote, tendencia de
reducción gradual de árboles para sombrío, etc.) ...

Cultivo II = Cultivo (Con cambio de las clases de cultivos, incluso con uso
alternado como pasto en ciertos casos) ...

(4) Estudio de la oferta y demanda de madera

No hay datos estadísticos relativos a la oferta y demanda de madera dentro del área intensiva. Sin embargo, desde el punto de vista de la demanda total de Colombia, las aplicaciones en silvicultura llegan a 4.3 millones de m³, con una tasa de crecimiento anual del 3%, y aproximadamente el 4% de dicho total depende de la importación. Hay una demanda anual de 9.8 millones a 12.7 millones de m³ de madera para uso como leña y carbón vegetal, y la producción nacional cubre la totalidad de este tipo de demanda. Aunque los detalles del mecanismo de oferta y demanda dentro del área intensiva no sean bien conocidos, los resultados de los estudios realizados esta vez indican que no hay distribución de madera para leña y carbón vegetal fuera del área. Según informaciones fragmentarias actualmente disponibles, la mayoría de la madera para carpintería que se usa en la Ciudad de Manizales y en otras partes del área intensiva vienen de la costa del Océano Pacífico, y por otro lado los bosques artificiales del área producen madera para fabricación de pulpa, que destinan a industrias de otras áreas. Por consiguiente, desde los puntos de vista del aprovechamiento eficaz de los recursos naturales y de la formulación de una política relativa a la silvicultura, se necesita hacer un estudio del mercado de distribución.

2) Estudio de las condiciones ambientales naturales

Con la finalidad de identificar las condiciones del ambiente natural del área intensiva, se han obtenido los datos necesarios a través de la interpretación de las fotografías aéreas y su confrontación en el campo, los estudios de campo, la colección y análisis de los datos, y otros métodos afines. Las partes principales del estudio se mencionan a continuación:

(1) Estudio de la fisonomía forestal y de la vegetación

En cuanto a la vegetación forestal del área modelo, se nota la existencia de 63 familias de árboles en los bosques naturales y secundarios, así como de 146 especies cuando se cuenta cada una de las variedades no confirmadas como una especie independiente. De dicho total, se observa la existencia de 69 especies en el Río Tapias, 68 especies en Manizales y 71 especies en Pensilvania. Sin embargo, hay diferencias notables en la frecuencia de apareamiento de varias especies en cada una de las áreas modelo. Por otro lado, 7 especies han sido confirmadas en los bosques artificiales, con *P. patula* siendo la especie más frecuente, ocupando 57.9% del total, seguido de Aliso con 26.8% y Ciprés con 15.0%, y estas 3 especies aparecen con frecuencia extremadamente alta.

En cuanto a la fisonomía forestal, las 11,236 há de áreas boscosas se componen del 77.6% de bosques naturales, el 4.7% de bosques secundarios, el 0.3% de bosques de bambú y el 17.4% de bosques artificiales. El mapa forestal (1:20,000) ha sido trazado a partir de dichos datos. Las informaciones contenidas en el Cuadro 6 han sido usadas como criterios para interpretación de las fotografías aéreas.

Cuadro 6 Criterios para interpretación de la fisonomía forestal y de la vegetación

| Fisonomía forestal | | | Tipo forestal | | |
|--------------------|-------------------------|--|-------------------------|---------|---------------------|
| Categoría forestal | Símbolo | Tipo de árbol | Categoría forestal | Símbolo | Contenido |
| Bosque natural | N S | Bosque natural Bosque secundario | Diámetro de la copa (C) | 1 | Pequeño (hasta 10m) |
| | | | | 2 | Medio (11 a 15m) |
| | 3 | Grande (más de 16m) | | | |
| | Densidad de la copa (D) | 1 | ~ 10 % | | |
| | | 2 | 11 ~ 40 % | | |
| 3 | | 41 ~ 70 % | | | |
| B | Bambú | -- | -- | -- | |
| Bosque artificial | P C A E | <i>P. patula</i> Ciprés Aliso Eucalipto | Altura del árbol (A) | 1 | ~ 5 m |
| | | | | 2 | 6 ~ 10 m |
| | | | | 3 | 11 ~ 15 m |
| | | | | 4 | 16 ~ 20 m |
| | | | | 5 | 21 ~ 25 m |
| | | | | 6 | 26 m ~ |
| | Densidad de la copa (D) | 1 | ~ 10 % | | |
| 2 | | 11 ~ 40 % | | | |
| 3 | | 41 ~ 70 % | | | |
| 4 | | 71 % | | | |

(2) Estudio de los recursos forestales

Los recursos forestales existentes dentro de las áreas modelo han sido estimados a través de los cuadros de volúmenes de madera de las masas forestales de las fotografías aéreas, que han sido obtenidas basadas en los datos de las parcelas de estudio establecidas en los bosques en cuestión.

① Estudios de campo

Sitios con las características estándar de fisonomías forestales y tipos de bosques, obtenidas a partir de los resultados de interpretación de las fotografías aéreas, han sido elegidas, y las características tales como la especie del árbol, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura comercial, la altura total, la calidad, etc., de cada árbol han sido estudiadas a través del establecimiento de parcelas de 0.1há dentro de dichos sitios. Además, 3 sub-parcelas de 20m² han sido establecidas dentro de las parcelas, con el objetivo de examinar la situación de regeneración natural dentro del bosque a través del estudio individual de los árboles con DAP inferior a 10cm. Dentro de los bosques naturales han sido establecidas 32 parcelas de estudio, y dentro de los bosques artificiales han sido establecidas 48 parcelas.

② Volumen de madera de árboles individuales existentes dentro de las parcelas

El volumen de árbol individual existente dentro de las parcelas ha sido calculado usando las fórmulas matemáticas que se muestran en el cuadro siguiente, y que expresan de manera más precisa la situación dentro de las áreas en cuestión.

Cuadro 7 Fórmulas de cálculo

| Especie de árbol | Fórmula para cálculo del volumen | Fuente |
|--|--------------------------------------|--|
| Bosque natural y Aliso (bosque artificial) | $0.0035 + 0.46 (D^2 \times A)$ | Tablas de volumen para árboles en pie (INDERENA) |
| <i>P. patula</i> | $0.007799 + 0.474277 (D^2 \times A)$ | Datos de Madera de Oriente S.A. |
| Ciprés | $0.011704 + 0.394465 (D^2 \times A)$ | Datos de Pro-oriente S.A. |

(Nota) D: Diámetro a la altura del pecho, A: Altura del árbol

③ Volumen de las masas forestales

El volumen (V) de las masas forestales se calcula a través del análisis de regresión, usando tres de los factores de interpretación de las fotografías aéreas, o sea, el diámetro de la copa (C: bosques naturales), la clase de la altura del árbol (A: bosques artificiales) y la clase de densidad de la copa (D: bosques naturales y bosques artificiales), y las fórmulas del Cuadro 8 han sido derivadas para hacer los cálculos. Dichas fórmulas tienen alto grado de correlación, son significantes, y se supone que puedan expresar de manera aproximada el volumen real. Por consiguiente, la tabla de volumen de las masas forestales de las fotografías aéreas (Cuadro 9) ha sido preparada a partir de dichas fórmulas, y ha sido aplicada.

Cuadro 8 Fórmula para la estimación del volumen

| Especie de árbol | Fórmula para estimación | Coefficiente de correlación |
|------------------|---|-----------------------------|
| Bosque natural | $V = 19.7572 \times C \times D + 0.33561$ | 0.840132 |
| <i>P. patula</i> | $V = 12.5174 \times A \times D + 7.58141$ | 0.739272 |
| Ciprés | $V = 13.0506 \times A \times D + 26.6422$ | 0.770764 |
| Aliso | $V = 11.8523 \times A \times D - 1.03723$ | 0.814847 |

(Nota) V: Volumen de madera, A: Altura del árbol, C: Diámetro de la copa, D: Densidad de la copa

Cuadro 9 Tabla de volumen obtenido de las fotografías aéreas(m³/há)

| Tipo forestal | | Especie de árbol | | | |
|---------------|---|------------------|-------------------|--------|-------------------|
| C ó A | D | Bosque natural | Bosque artificial | | |
| | | | <i>P. patula</i> | Ciprés | Aliso (Eucalipto) |
| 1 | 1 | 20.1 | 20.1 | 39.7 | 10.8 |
| 1 | 2 | 39.9 | 32.6 | 52.7 | 22.7 |
| 1 | 3 | 59.6 | 45.1 | 65.8 | 34.5 |
| 11 | 4 | 79.4 | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 2 | 1 | 39.9 | 32.6 | 52.7 | 22.7 |
| 2 | 2 | 79.4 | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 2 | 3 | 118.9 | 82.7 | 104.9 | 70.1 |
| 2 | 4 | 158.4 | 107.7 | 131.0 | 93.8 |
| 3 | 1 | 59.6 | 45.1 | 65.8 | 34.5 |
| 3 | 2 | 118.9 | 82.7 | 104.9 | 70.1 |
| 3 | 3 | 178.2 | 120.2 | 144.1 | 105.6 |
| 3 | 4 | 237.4 | 157.8 | 183.2 | 141.2 |
| 4 | 1 | -- | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 4 | 2 | -- | 107.7 | 131.0 | 93.8 |
| 4 | 3 | -- | 157.8 | 183.2 | 141.2 |
| 4 | 4 | -- | 207.9 | 235.5 | 188.6 |
| 5 | 1 | -- | 70.2 | 91.9 | 58.2 |
| 5 | 2 | -- | 132.8 | 157.2 | 117.5 |
| 5 | 3 | -- | 195.3 | 222.4 | 176.7 |
| 5 | 4 | -- | 257.9 | 287.7 | 236.0 |

(Note) A: Altura del árbol (bosque artificial), C: Diámetro de la copa (bosque natural), D: Densidad de la copa (bosque artificial y natural)

④ Cantidad de los recursos forestales

La acumulación forestal dentro de las áreas modelo ha sido calculada multiplicando las superficies indicadas en el mapa forestal por los valores numéricos de la tabla de volumen de las fotografías aéreas. Como resultado de dicho cálculo, se ha estimado que los bosques naturales de las 3 áreas modelo tienen una acumulación de aproximadamente 1,215 mil m³ (139 m³/há), que los bosques secundarios tienen una acumulación de aproximadamente 36 mil m³ (70m³/há), y que los bosques artificiales tienen una acumulación de aproximadamente 191 mil m³ (169 m³/há) de *P. patula*, aproximadamente 47 mil m³ (160 m³/há) de Ciprés, aproximadamente 90 mil m³ (171 m³/há) de Aliso, aproximadamente 700 m³ (176 m³/há) de Eucalipto (calculado por medio de la tabla de volumen del Aliso), con una acumulación total de aproximadamente 1,579 mil m³.

En cuanto a las condiciones existentes en las áreas modelo, el Rfo Tapias tiene 136 m³/há, Manizales 152 m³/há, Pensilvania 138 m³/há, y dichos datos indican la existencia de la acumulación más grande en el bosque de conservación de agua de Manizales.

(3) Suelos forestales

Los estudios de campo que se mencionan a continuación han sido realizados con la finalidad de identificar los tipos y las características de los suelos forestales que se distribuyen dentro de las áreas modelo y para trazar el mapa de suelos.

En primer lugar, el estudio de la sección del suelo ha sido llevada a cabo en 52 sitios, ubicados en las varias parcelas de investigación forestal. Además, para complementar dicho trabajo, estudios por medio de perforación simplificada han sido ejecutadas en 52 sitios, según cambios en las características topográficas. Puesto que las perforaciones han sido ejecutadas hasta una profundidad que permita identificar el tipo de suelo, la profundidad promedio de las perforaciones es superior a 60cm.

Los artículos de investigación comprenden la ubicación de la sección del suelo, la topografía, la dirección, la inclinación, la altitud, la roca madre, la forma de la sección, el tipo de suelo, la forma de sedimentación, la vegetación, la consistencia del suelo y el pH; los resultados obtenidos han sido registrados en forma de bosquejos, fotografías, cuadernos de campo, etc.

Los tipos de suelos que se indican en el Cuadro 10 han sido identificados de conformidad con el sistema de clasificación de la FAO/Unesco. Además, se hizo también la clasificación según el sistema japonés.

Como resultado de dichos trabajos, se ha confirmado la distribución relativamente frecuente de los suelos de tipo Tm, Th, To y Bh, que tienen capacidad de producción relativamente alta, en todas las áreas modelo.

Cuadro 10 Superficie por tipo de suelo

| Unidad de suelo según el sistema FAO/Unesco | Símbolo | Area Modelo (há) | | | Total | |
|---|---------|------------------|-----------|-------------|-----------------|-------|
| | | Rfo Tapias | Manizales | Pensilvania | Superficie (há) | % |
| Mollic Andosols | Tm | 17 | 74 | 3,615 | 3,706 | 17.6 |
| Humic Andosols | Th | 3,184 | 2,372 | 371 | 5,927 | 28.1 |
| Ochric Andosols | To | 0 | 0 | 46 | 46 | 0.2 |
| Humic Cambisols | Bh | 7,546 | 1,992 | 933 | 10,471 | 49.7 |
| Gleyic Cambisols | Bg | 0 | 11 | 0 | 11 | 0.1 |
| Ferralic Cambisols | Bf | — | — | — | — | — |
| Mollic Gleysols | Gm | 0 | 0 | 620 | 620 | 2.9 |
| Humic Gleysols | Gh | 6 | 17 | 93 | 116 | 0.6 |
| Dystric Fluvisols | Jd | 0 | 0 | 69 | 69 | 0.3 |
| Dystric Regosols | Rd | 17 | 46 | 6 | 69 | 0.3 |
| Eutric Regosols | Re | 0 | 0 | 23 | 23 | 0.1 |
| Total | | 10,770 | 4,512 | 5,776 | 21,058 | 100.0 |

(4) Tierras apropiadas para reforestación y condiciones de crecimiento

Los resultados de los estudios que han sido realizados con la finalidad de hacer una previsión de las condiciones de crecimiento, necesarias para formular el presente plan y de identificar las tierras apropiadas para formación de bosques artificiales se describen a continuación:

① Selección de las tierras apropiadas para reforestación

Las tierras apropiadas para reforestación dependen de los tipos de árboles a plantar. En las áreas modelo, considerando que la temperatura atmosférica sea el factor predominante entre las condiciones de crecimiento, una línea divisoria que ejerce importante influencia sobre la temperatura ha sido trazada a una altitud de aproximadamente 3,000m. Además, la sequedad y la humedad del suelo, así como la ubicación de la tierra en cuestión como la parte inferior, media y superior de las pendientes han sido tomadas en consideración, y las especies de árboles para reforestación han sido decididas a través de la combinación de dichos factores.

② Previsión del crecimiento de los árboles plantados

Para prever el crecimiento de los árboles plantados, se realizó el análisis de los troncos del *P. patula* y del Ciprés en el área modelo de Pensilvania, y los datos obtenidos relativos a los valores medios han sido analizados por medio de ordenadoras, y las fórmulas de las curvas teóricas de crecimiento que se indican en el Cuadro 11 han sido obtenidas como resultado.

Cuadro 11 Fórmulas de las curvas teóricas de crecimiento

| Espece de árbol | Fórmula de la curva teórica de crecimiento | | |
|------------------|--|--|--|
| <i>P. patula</i> | Diámetro | $D=42.6944-35.4238 \times 0.8068 \times ((T-5)/5)$ | D=Diámetro a la altura del pecho H=Altura T=Edad del árbol e=Base del logaritmo natural |
| | Altura | $H=33.6046 \times e^{(-2.7081)} \times e^{(-0.1175 \times T)}$ | |
| Ciprés | Diámetro | $D=24.7686 \times e^{(-3.9100)} \times e^{(-0.1432 \times T)}$ | |
| | Altura | $H=35.3150 \times (1-e^{(0.0197-0.0429 \times T)})$ | |

Después se obtuvo el valor previsto de crecimiento por edad del árbol, aplicando los datos de la tabla de volumen de los árboles individuales usados en el estudio de los recursos forestales, a la curvas obtenidas a partir de las fórmulas teóricas.

3) Estudio del Plan de Manejo Forestal

Con el objetivo de obtener los datos básicos necesarios para formular la Guía del Plan de Manejo Forestal, se realizó el estudio relativo a la situación de la conservación forestal, la situación de las masas forestales con deterioración de la fisonomía forestal, la situación de distribución de tierras devastadas, la situación de las organizaciones encargadas de la operación de la silvicultura, la situación de los caminos forestales y de los caminos de uso general, principalmente dentro de las áreas intensivas.

(1) Estudio de la conservación forestal

Los resultados de los estudios relativos a las funciones que deben tener los bosques además de la producción de madera indican la existencia de los 5 problemas que mencionan más abajo. Como conclusión, se puede decir que se necesita conservar los bosques naturales tales como están, tomando medidas positivas de reforestación en los sitios necesarios.

- ① Conservación de los bosques en las tierras a grandes altitudes (la restauración de los bosques es difícil cuando la altitud es superior a aproximadamente 3,800m).
 - ② Existencia de especies de la flora y de la fauna que son importantes desde el punto de vista ecológico (hay 2 especies raras y 7 especies importantes de fauna de acuerdo a la convención de Washington. En cuanto a la flora, hay 5 especies raras y 7 especies importantes).
 - ③ Bosques para finalidades recreativas, culturales y educacionales (actualmente no hay ningún bosque de este tipo, pero por la necesidad de estabilizar la vida de los habitantes en las vecindades de las grandes ciudades se están siendo reclamados).
 - ④ Peligro de devastación debido a las características topográficas y geológicas (hay mucho peligro de devastación en terrenos con declividad escarpada, en las vecindades de los ríos, en las vecindades de dos focos de colapso de tierra, etc., y la mayoría de los bosques naturales existentes pertenecen a esta categoría).
 - ⑤ Manantiales importantes (hay necesidad de arreglar bosques de conservación de agua en la cuenca arriba de las ciudades, tales como en Manizales).
- (2) Estudio para mejoramiento de la fisonomía forestal

Estudios han sido realizados dentro del área intensiva con el objetivo de identificar bosques con deterioración de la fisonomía forestal, que no están desempeñando sus varias funciones de manera apropiada. Se ha verificado, como resultado de dichos estudios, que hay ciertos bosques naturales que presentan enanización en tierras de grandes altitudes y colapso de tierra, pero no ha sido verificada la existencia de ninguna masa forestal con deterioración acentuada que necesite mejoramiento. Sin embargo, en los bosques artificiales se ha verificado la existencia de daños causados por plagas (*Phasmidae*; parásito del *P. patula*), enfermedades (bacterias putrefactantes cancroideas parasitas del Ciprés), y daños eolios (quiebra de árboles en las masas forestales de baja densidad resultante de la corta de mejoramiento excesivo). Estos daños fueron observados en la Ciudad de Pensilvania.

(3) Estudio de las tierras devastadas

Como resultado de la interpretación de las tierras devastadas existentes dentro de las áreas modelo a través de las fotografías aéreas y la verificación de campo, se ha observado la existencia de 3 tipos de devastación; las torrentes (colapso por erosión longitudinal), la erosión de las orillas de los valles (colapso por erosión transversal) y el colapso de las faldas de las montañas (colapso por despegamiento superficial), que se distribuyen de manera más frecuente en el área modelo de Manizales. Sin embargo, puesto que la superficie total de las tierras devastadas es de aproximadamente 20há, la que representa una tasa de devastación sólo de 0.095% relativa a la superficie total de aproximadamente 21 mil há de las áreas modelo. En cuanto a la distribución de las devastaciones por uso de tierra, más del 60% de los casos están situados en los bosques naturales, seguido de aproximadamente el 20% en los pastos.

Como lo antes mencionado las áreas modelo son generalmente estables, con pocos casos de devastación.

(4) Estudio del manejo forestal

Como resultado de los estudios realizados con las empresas forestales, incluso de las vecindades del área intensiva, se han identificado las características que se mencionan a continuación en el contenido de las actividades de las empresas forestales existentes en las Ciudades de Pensilvania, Manizales y Armenia.

- Tipos de bosques manejados

Todas las compañías se dedican a la formación y la cosecha de productos forestales en bosques artificiales, y no hay ninguna compañía que se dedique al manejo de bosques naturales.

- Adquisición de las tierras para reforestación

Sólo pastos están siendo adquiridos con la finalidad de reforestar.

- Especies de árboles a plantar

Se están plantando principalmente especies exóticas, tales como *P. patula*, Ciprés, etc., y la única especie nativa es el Aliso.

- **Densidad de plantación**

La densidad de plantación es de 700 a 2,500 árboles por há, y en la mayoría de los casos se adopta 1,100 árboles por há. Sin embargo, no hay ninguna diferencia dependiendo de las especies plantadas.

- **Epoca de plantación**

Hay dos épocas de plantación; abril-mayo y septiembre-noviembre, que corresponden a las estaciones lluviosas.

- **Edad de corta**

La edad de corta es variable dependiendo de la compañía, siendo de 6 a 15 años para producción de madera para fabricación de pulpa, y aproximadamente igual para producción de madera para estacas usadas en los cercados de las estancias ganaderas. La edad de corta para producción de madera aserrada es de 12 a 20 años, dependiendo del uso y del sitio de producción.

- **Método de corta**

La corta se hace por medio de motosierras.

Se hace la corta total en la mayoría de los casos de corta final.

La entresaca se hace principalmente para producir madera para fabricación de pulpa y estacas, y no se hace la corta de mejoramiento.

- **Bosques silvopastoriles**

El manejo sistemático se realiza sólo en una compañía de Manizales, y en la mayoría de los casos se hace el pastoreo natural dentro de las tierras reforestadas. En el caso de Manizales se dejan 700 árboles por há con una intensidad de pastoreo de una cabeza/há. Además, hay también una compañía que prohíbe el pastoreo dentro de los bosques reforestados, para evitar daños en los árboles plantados.

- **Bosques agroforestales**

Se planta el Nogal y otras especies como árboles de sombra en los cafetales. Hay casos donde se aprovechan estos árboles tanto para la venta de madera como para producción de leña y carbón vegetal en las épocas de replantación de los cafetales. Hay también casos donde se hace el manejo agroforestal, con

plantación de frutales, tales como tomate de árbol, lulo, etc., entre las hileras de los árboles plantados, durante un período de aproximadamente 5 años.

(5) Estudio de los caminos forestales

Estudios relativos a los criterios legales relacionados con la apertura de los caminos forestales, la situación real de los caminos forestales y a los factores restrictivos relativos a la planificación de los caminos forestales han sido ejecutados, y se ha verificado que no hay criterios legales relativos a la apertura de caminos forestales. Dentro del área intensiva hay caminos para uso general, para fines agrícolas, para trabajos, etc., pero no hay caminos construidos específicamente para fines forestales. En cuanto a la densidad de los caminos existentes dentro de las varias áreas modelo, Pensilvania tiene la densidad más alta con 11.4 m/há, seguido del Río Tapias con 6.8 m/há, y Manizales tiene la densidad más baja de 4.3 m/há. Dentro de las áreas modelo no se ha verificado ningún caso de zonas de deslizamiento de tierras, zonas de fracturas, pantanos y otros terrenos de características especiales que puedan componer factores restrictivos a la apertura de caminos forestales. Sin embargo, se debe tener presente que las declividades son generalmente bastante escarpadas, siendo pues necesario prestar atención especial cuando se ejecuta la apertura de los caminos forestales.

4) Estudio de la situación de las concesiones

Un estudio relacionado a la pertinencia, los puntos problemáticos y otros aspectos afines de los "Criterios para Permiso de la Corta de Bosques en las Concesiones", como referencia para establecimiento de un sistema apropiado de manejo de los recursos forestales usando las técnicas de la Guía del Plan de Manejo Forestal y del Plan Modelo.

Se ha verificado, como resultado de dicho estudio, que los criterios han sido establecidos de una manera "generalmente apropiada". Por consiguiente, no se pueden presentar criterios de desición que puedan traer una revisión total en los criterios existentes. Sin embargo, durante el proceso de estudio se ha verificado la existencia de algunos puntos problemáticos relativos al "establecimiento del derecho de posesión de las áreas boscosas" y al "sistema de desición y orientación en el sitio".

Aunque dichos asuntos estan relacionados con el efecto práctico de las medidas legales, que en realidad estan situados fuera de los criterios de desición, y durante el proceso de ejecución de los estudios de campo para dilucidación de los criterios han sido reconocidos los problemas fundamentales relacionados con la autorización de las

concesiones, que necesitan mejoramientos para realizar el manejo adecuado de los recursos forestales. Por consiguiente, se proponen las medidas siguientes:

- Se deben tomar medidas para establecer el derecho de posesión de las áreas boscosas. (Actualmente el derecho de uso tiene prioridad, y no se puede ejercer un control efectivo).
- El examen de corta en el sitio se debe ejecutar de manera prioritaria. (En los casos de pequeña envergadura que no ejercen influencia sobre el medio ambiente, se piensa que el examen de los documentos será suficiente).
- Se necesita equipar el sistema de orientación de corta en el sitio. (En particular, se debe reforzar el sistema de orientación técnica a las concesiones de gran envergadura).

7. Guía del Plan de Manejo Forestal

1) Conceptos básicos de la Guía

La presente guía ha sido formulada como material de referencia para la formulación del Plan Modelo, de conformidad con la "Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente" y tomando en consideración los resultados de los estudios del Plan de Manejo Forestal y otros materiales afines. La presente Guía se refiere a los 5 artículos necesarios para el manejo forestal.

Las categorías forestales de la guía se componen de 5 grupos; Bosque de Protección I, Bosque de Protección II, Bosque de Producción, Bosque Silvopastoril y Bosque Agroforestal, dependiendo de la forma de manejo.

El Cuadro 12 muestra la relación entre el contenido de la Guía (criterio) formulada y las categorías forestales aplicables.

Cuadro 12 Criterios de la Gufa

| Criterio | Contenido | Tierras aptas |
|---|---|--|
| Criterio para Conservación Forestal | Aspectos sobre Conservación Forestal | Bosques de Protección I Bosques de Protección II |
| Criterios para Mejoramiento de la Fisonomía Forestal | Aspectos sobre Mejoramiento de la Fisonomía Forestal | Bosques de Protección I Bosques de Protección II Bosques de Producción |
| Criterios para Rehabilitación de Areas Devastadas | Aspectos sobre Rehabilitación de Areas Devastadas | Todas las Clases de Bosques |
| Criterios para Manejo Forestal | Aspectos sobre Manejo Forestal | Bosques de Protección II Bosques de Producción Bosques Silvopastoriles Bosques Agroforestales |
| Criterios para Aperturas de Caminos Forestales | Aspectos sobre Aperturas de Caminos Forestales | Bosques de Producción (también se aplica a todas las clases de bosques) |

La ejecución de los trabajos forestales ha sido clasificada en las 12 categorías que se indican a continuación, tomando en consideración la situación del uso de la tierra y las metas futuras. (Véase el Cuadro 13).

Cuadro 13 Categorías de trabajos forestales

| Categoría de bosque | Uso de la tierra | Meta futura | Símbolo | Contenido del manejo |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------|---------|---|
| Bosque de Protección I | Bosque natural | Bosque natural | A | Bosque estable, donde se requiere función de protección, y confiado a la evolución natural. |
| " | Bosque artificial | Bosque natural | E | Idem |
| " | Pasto y tierra agrícola | Bosque natural | F | Pendientes escarpadas, orillas de ríos y otros lugares con peligro de devastación. Confiado a la evolución natural después de la plantación de árboles. |
| " | Pasto | Bosque natural | G | Lugares de declividad ligeramente escarpada, con peligro de devastación. Serán usados como bosques silvopastoriles durante un cierto tiempo, y después confiado a la evolución natural. |
| Bosque de Protección II | Bosque natural | Bosque natural | B | Manejo integrado como Bosque Ciudadano, con plantación complementaria |
| " | Bosque artificial | Bosque natural | E' | Manantiales, orillas de ríos y otros lugares que necesitan protección. Corta de los árboles plantados durante un cierto tiempo para permitir reemplazo gradual con bosque natural. |
| Bosque de Producción | Bosque artificial | Bosque artificial | C | Bosque que seguirá produciendo madera, incluso en el futuro. |
| " | Pasto | Bosque artificial | D | Lugares con declividad ligeramente escarpada, apropiados para producción de madera. |
| Bosque Silvo-pastoril | Pasto | Bosque silvopastoril | G' | Lugares de pendiente media, apropiados para pastoreo dentro del bosque. |
| Bosque Agroforestal | Tierra agrícola | Bosque agroforestal | H | Cafetales, etc., apropiados para bosques agroforestales. |
| Area No Forestal | Pasto, tierra agrícola, etc. | Uso no forestal | J | Lugares que serán mantenidos tales como están. |
| Bosque Ciudadano | Bosque natural, artificial, etc. | Parque forestal | K | Lugares que serán establecidos parque forestal para los ciudadanos. |

Nota: Los planos y otros materiales del Plan Modelo han sido indicados por medio de símbolos

2) Criterios de la conservación forestal

Los presentes criterios indican las normas para la conservación de los bosques desde los puntos de vista de sus funciones fuera de la producción de madera.

Hablando concretamente, los bosques objeto de conservación han sido divididos en 5 grupos, según sus funciones, y los factores de conservación de cada grupo han sido elegidos, y los tratamientos aplicables han sido establecidos según grupos.

- (1) En áreas donde se necesita mantenimiento del ecosistema forestal debido a grandes altitudes, etc., se prohíben los trabajos forestales, así como las siguientes actividades:

- Explotación agrícola y otras actividades que puedan modificar terreno, así como extracción de tierra y piedra.
 - Construcción y ampliación de casas, edificios, etc.
 - Extracción de plantas, árboles, ramas y hojas caídas, etc.
 - Ganadería
 - Quemadas, Hogueras
- (2) En áreas con flora y fauna ecológicamente importantes se deben limitar parte de los trabajos forestales, y se deben prohibir las actividades mencionadas en el numeral (1).
- (3) En lugares con peligro de devastación debido a la topografía y la geología, se deben aprovechar las funciones preventivas de los bosques a través de su conservación, además de tomar medidas positivas para reforestación en los terrenos sin árboles.
- (4) En los bosques con funciones sanitarias, culturales, educacionales, etc., se deben ejecutar los trabajos forestales necesarios, tales como cortas para el mejoramiento del paisaje, plantación de árboles de flores y de alimentos para los pájaros y animales, etc., para mejorar sus funciones.
- (5) En las áreas de fuente de agua importantes se deben ejecutar trabajos para formar bosques con estratificación natural múltiple, que tengan alta capacidad de conservación de agua, y que puedan mantener su vigor.

3) Criterios para mejoramiento de la fisonomía forestal

Estos criterios indican los métodos para el mejoramiento de las masas forestales que presenten deterioración de la fisonomía forestal.

Hablando concretamente, el fenómeno de deterioración de la fisonomía forestal que necesitan mejoramiento ha sido clasificado en 4 categorías; bosque totalmente aniquilado, bosque disperso (densidad de copa menor del 40%) y bosque con espacios en blanco, de forma circular o linealmente distribuída (tamaño igual o superior a 0.5 há) en el caso de los bosques de baja densidad, además de los bosques excesivamente densos y los bosques con crecimiento insuficiente, y la reforestación con otras especies, la plantación complementaria, el mejoramiento de la tierra forestal, el cuidado, la aplicación de fertilizantes, la plantación de árboles especiales (árboles fertilizantes, árboles resistentes al agua, etc.) han sido propuestas como medidas para mejoramiento de la fisonomía forestal. Se debe hacer el mejoramiento a través de la

ejecución de la combinación más adecuada de los trabajos forestales necesarios, según las condiciones de la masa forestal en cuestión.

4) Criterios para la restauración de las tierras devastadas

Los presentes criterios establecen las condiciones necesarias para la restauración de cada tipo de devastación que están teniendo lugar actualmente, así como los métodos modelo de restauración aplicables.

Las áreas objeto de restauración deberán tener objetos de conservación que sufren influencia directa de la devastación, y puesto que la prevención de daños al ser humano tendrán prioridad, las instalaciones relacionadas con las funciones residenciales, las instalaciones relacionadas con la vida cotidiana, las instalaciones relacionadas con los transportes, etc., serán tratados de manera prioritaria. Los métodos de restauración deberán ser elegidos de entre los mencionados a continuación, y deberán ser los más apropiados a cada localidad, siendo además compatibles con el medio ambiente.

① Métodos de restauración de derrumbes en las laderas de las montañas (caso estándar)

Corte de taludes, retención de tierra, formación de terrazas, plantación de árboles en las laderas.

② Métodos de restauración de erosión en las taludes de los ríos (caso estándar)

Revestimiento de las orillas, corte de taludes, retención de tierra, formación de terrazas, plantación de árboles en las laderas de las montañas.

③ Métodos de corrección de torrentes (caso estándar)

Presas sencillas, revestimiento de las orillas, corte de taludes, retención de tierra, formación de terrazas, plantación de árboles en las laderas de las montañas.

5) Criterios de manejo forestal

Los presentes criterios indican los métodos para la multiplicación de los recursos aprovechables a través del establecimiento de un sistema apropiado de trabajos forestales, aplicables a bosques susceptibles de ejecución de la silvicultura.

Como se mencionó anteriormente en el numeral 1), hay 4 categorías de bosques susceptibles de operación, o sea los Bosques de Producción, los Bosques de Protección II, los Bosques Silvopastoriles y los Bosques Agroforestales, y el Cuadro 14 muestra los métodos estándar de trabajos forestales aplicables a cada categoría de bosque.

Cuadro 14 Método de trabajo forestal según la categoría forestal (Estándar)

| Método de trabajo forestal | Categoría | Bosque de Producción (C, D) | Bosque de Protección II (B, E) | Bosque Silvopastoril (G) | Bosque Agroforestal (H) |
|-------------------------------|-----------|---|--|--|--|
| 1. Método de corta | | | | | |
| Edad de corta | | 10 años (producción de pulpa) 20 a 30 años (madera de aserrado) | 10 a 20 años | 20 años (estándar) | 20 años (estándar) |
| Corta final | | Corta total | Corta selectiva | Corta total | Corta total |
| Entresaca | | El 35% en el décimo año, con densidad final de 700 árboles/há | — | — | — |
| 2. Método de regeneración | | | | | |
| Método de regeneración | | Plantación artificial | Regeneración natural Mejoramiento silvicultural | Plantación artificial | Plantación artificial |
| Especies de árboles a plantar | | Pp, Ci, Al, Egl, Po, Pr | Al | Equivalente al caso de Bosques de Producción | Nogal, Ocobo, Cedro, Guamo, Candelero |
| Densidad de plantación | | Madera de aserrado: 1,100 árboles/há; producción de pulpa 1,600 árboles | — | 400 árboles/há | 200 árboles/há |
| Preparación del terreno | | Limpieza de la superficie, determinación de la posición | — | Equivalente al caso de Bosques de Producción | Equivalente al caso de Bosques de Producción |
| Epoca de plantación | | Abril-mayo, septiembre-octubre | — | " | " |
| Aplicación de fertilizantes | | 40 kg/há | — | — | — |
| 3. Método de reforestación | | Quando la formación de bosques es impracticable, se debe examinar la posibilidad de cambiar las especies de árboles | — | Equivalente al caso de Bosques de Producción | Equivalente al caso de Bosques de Producción |
| 4. Método de replante | | Quando la tasa de supervivencia es baja, se debe plantar una cantidad adicional de las especies de árboles | — | " | " |
| 5. Método de cuidado | | | | | |
| Limpieza de malezas | | Dos o 3 veces/año, durante los 2 primeros años | Mejoramiento silvicultural, siempre que necesario | Quando sea necesario | Quando sea necesario |
| Corta de mejoramiento | | Tercer año, sexto año | — | " | " |
| Corta de ramas | | Quinto año, décimo año, 5 metros sobre la superficie del suelo | — | " | " |
| Corta de enredaderas | | Tercer año, sexto año | — | " | " |
| 6. Método de protección | | | | | |
| Incendios forestales | | Sistema de prevención y extinción | Equivalente al caso de Bosques de Producción | Equivalente al caso de Bosques de Producción | Equivalente al caso de Bosques de Producción |
| Plagas y enfermedades | | Mejoramiento de las técnicas de control. | " | " | " |

Con relación a las técnicas de producción de plántulas, métodos estándar han sido establecidos para elección de terrenos apropiados, cálculo del tamaño necesario del vivero, manejo apropiado de las semillas, proceso de formación de las plántulas, etc.

6) Criterios para apertura de caminos forestales

Los presentes criterios presentan las normas para apertura de los caminos forestales de trabajo dentro de las zonas de bosques de producción.

Hablando concretamente, se ha indicado la manera de pensar aplicable a las redes apropiadas de caminos forestales, los factores que se deben tomar en consideración para la elección de las rutas, las especificaciones técnicas estándar de los caminos forestales suponiendo el uso de camiones de 4t en los trabajos forestales (velocidad de diseño, anchura, radio de curvatura, distancia visible, gradiente, etc.), además de los métodos estándar relacionados con la construcción de caminos forestales, tales como el método de estabilización de los taludes cortados, el método de estabilización de los taludes de terraplén, la manera de pensar para la disposición de los escombros, las instalaciones de drenaje, etc., y se ha indicado también un ejemplo de diseño modelo.

Los 4 puntos que se necesitan tomar en consideración en la elección de las rutas de los caminos forestales se mencionan a continuación:

- (1) Se debe dar prioridad a las crestas, y en las faldas de las montañas se debe pasar encima de los puntos de cambio de la topografía.
- (2) Se deben evitar sitios con subsuelo débil.
- (3) Se deben minimizar los cortes y los terraplenes, aprovechando lo más posible el terreno natural.
- (4) Se deben tomar medidas para evitar ángulos muertos relativos a la extracción de madera.

8. Plan Modelo de Manejo Forestal

El Plan Modelo de Manejo Forestal ha sido formulado tomando en consideración las características de las 3 áreas modelo, o sea Río Tapias (Ciudad de Neira), Manizales y Pensilvania, de manera que se obtuvo un contenido de conformidad con las condiciones locales.

Los detalles concretos del Plan Modelo se indican en correspondencia a cada área modelo. El Cuadro 15 muestra el resumen del Plan Modelo formulado esta vez. Las categorías de los trabajos forestales se componen del 55.22% de Bosques de Protección I, el 1.29 de Bosques de Protección II, el 7.54% de Bosques de Producción, el 2.53% de Bosques Silvopastoriles, el 0.60% de Bosque Agroforestales, el 0.03% de Bosque Ciudadano, y el 32.79% de Tierras No Forestales.

El Cuadro 16 muestra la comparación de la situación actual de distribución de tierras boscosas dentro de las áreas modelo y la distribución 6 años después de la conclusión del Plan Modelo. La superficie de las tierras boscosas de las 3 áreas modelo aumentarán de 27.1%, y el porcentaje de tierras boscosas pasara del 53.3% al 67.8%.

Por consiguiente, se supone que la ejecución del Plan Modelo posibilitará hacer contribuciones positivas para mejorar el efecto de conservación ambiental de los bosques y activará la silvicultura como industria local.

Cuadro 15 Resumen del Plan Modelo

| Categoría | Area | Area modelo | | | Total | |
|-------------------------|----------|-------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|-------|
| | | Río Tapias | Manizales | Pensilvania | Superficie | % |
| Bosque de Protección I | A | 5,274 | 2,352 | 1,630 | 9,256 | - |
| | E | - | 350 | - | 350 | - |
| | F | 578 (597) | 267 (272) | 559 (583) | 1,404 (1,452) | - |
| | G | 235 (243) | 237 (242) | 147 (153) | 619 (638) | - |
| | Subtotal | 6,087 (840) | 3,206 (514) | 2,336 (734) | 11,629 (2,088) | 55.2 |
| Bosque de Protección II | B | - (-) | 24 (26) | - (-) | 24 (26) | - |
| | E' | - | - | 247 | 247 | - |
| | Subtotal | - (-) | 24 (26) | 247 (-) | 271 (26) | 1.3 |
| Bosque de Producción | C | 136 (-) | 126 (-) | 1,098 (219) (272) | 1,360 (219) (272) | - |
| | D | 160 (167) | 7 (7) | 62 (64) | 229 (238) | - |
| | Subtotal | 296 (167) | 133 (7) | 1,160 (283) (272) | 1,589 (457) (272) | 7.5 |
| Bosque Silvopastoril | G' | 122 (129) | 56 (59) | 355 (372) | 533 (560) | 2.5 |
| Bosque Agroforestal | H | - (-) | - (-) | 127 (131) | 128 (131) | 0.6 |
| Bosque Ciudadano | K | - | 8 | - | 8 | 0 |
| Tierras No Forestales | J | 4,265 | 1,085 | 1,551 | 6,905 | 32.8 |
| Total | | 10,770 (1,136) | 4,512 (606) | 5,776 (1,520) (272) | 21,058 (3,262) (272) | 100.0 |

Nota: Los numeros entre paréntesis indican las superficies objeto de plantación de árboles durante 5 años, y los numeros entre paréntesis dobles indican las mismas superficies después del sexto año. Las unidades son en há.

Cuadro 16 Evolución de la distribución de bosques en las áreas modelo

| Contenido del bosque | Area | | Area modelo | | | | Total | |
|--|------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|------------|-------|
| | Río Tapias | | Manizales | | Pensilvania | | | |
| | Superficie | % | Superficie | % | Superficie | % | Superficie | % |
| Superficie total | 10,770 | 100.0 | 4,512 | 100.0 | 5,776 | 100.0 | 21,058 | 100.0 |
| Bosques existentes | | | | | | | | |
| Bosques naturales | 5,274 | | 2,376 | | 1,630 | | 9,280 | |
| Bosques artificiales | 136 | | 476 | | 1,344 | | 1,956 | |
| Total | 5,410 | 50.2 | 2,852 | 63.2 | 2,974 | 51.4 | 11,236 | 53.3 |
| Plan modelo | | | | | | | | |
| Plantación | 1,136 | | 606 | | 1,301 | | 3,043 | |
| Reforestación | - | | - | | 491 | | 491 | |
| Total | 1,136 | | 606 | | 1,792 | | 3,534 | |
| Tierras boscosas después de 6 años | | | | | | | | |
| Superficie | 6,546 | 60.7 | 3,458 | 76.6 | 4,276 | 74.0 | 14,280 | 67.8 |
| Tasas de aumento | 21.0% | | 21.2% | | 43.7% | | 27.1% | |
| Superficies de bosques productores de madera después de 6 años | | | | | | | | |
| Bosque de Protección II | - | | 24 | | 246 | | 270 | |
| Bosque de Producción | 296 | | 133 | | 1,160 | | 1,589 | |
| Bosque Silvopastoril | 122 | | 56 | | 355 | | 533 | |
| Bosque Agroforestal | - | | - | | 127 | | 127 | |
| Total | 418 | | 213 | | 1,888 | | 2,519 | |

Nota: Unidades en há.

Puesto que no hay planes de trabajos forestales a partir del sexto año, excepto en parte del área modelo de Pensilvania, no se pueden calcular los porcentajes y las tasas de aumento de las tierras boscosas a partir del sexto año.

1) Plan Modelo del Río Tapias

La orientación básica de este Plan Modelo es la protección y manutención de los bosques naturales existentes, así como la rehabilitación de bosques en las tierras agropecuarias con peligro de devastación.

(1) Situación actual del área modelo

Dentro de este área modelo los bosques han sido considerados obstáculos del proceso de desarrollo económico, y han sido cortados como resultado de los muchos años de actividades económicas. Así, el proceso de desarrollo económico tiene la posibilidad de progresar aun más caso la situación evolucione tal como esta.

(2) División forestal

Con la finalidad de definir claramente la ubicación de los bosques y facilitar la ejecución de los trabajos, los bosques han sido divididos en compartimientos, y las sitios dentro de los compartimientos con diferentes trabajos han sido subdivididos en subcompartimientos. (Hay 15 compartimientos y 421 subcompartimientos, que están indicadas en el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal).

(3) Plan de Manejo Forestal

① Superficies por categoría forestal

Las superficies de las varias categorías forestales se indican en el cuadro de clasificación general (Cuadro 15). El Plan Modelo tendrá una duración de 5 años.

② Método de ejecución de los trabajos forestales

El mecanismo de los trabajos forestales de cada categoría forestal se indican en el Cuadro siguiente (Cuadro 17):

Cuadro 17 Mecanismo de los trabajos forestales por categoría (Estándar)

| Método | Categoría | Bosque de Protección I (F, G) | Bosque de Producción (D) | Bosque Silvopastoril (G') |
|----------------------------------|-----------|--|---|-------------------------------|
| Corta (Corta final) | | Prohibición de corta | Corta total (20 a 30 años) | Corta total (20 años) |
| (Entresaca) | | -- | 35% después de 10 años | -- |
| Método de regeneración | | Regeneración artificial en las tierras sin árboles | Regeneración artificial | Igual al Bosque de Producción |
| Plantación de árboles (Especies) | | Pp, Ci, Al, Egl | Igual al Bosque de Protección I | Igual al Bosque de Producción |
| (Número de árboles) | | 625 árboles/há (4x4m) | 1,100 árboles/há (3x3m) | 400 árboles/há (5x5m) |
| Cuidado (Limpieza de malezas) | | Cuando sea necesario | 3 veces/año durante 2 años | Cuando sea necesario |
| (Corta de mejoramiento) | | -- | 3 a 6 veces/año (simultáneamente con la corta de enredaderas) | " |
| (Corta de ramas) | | -- | 5 m encima de la superficie de la tierra. | " |

A propósito, no hay señalamiento de corta durante el periodo de este Plan.

③ Plan de plantación

El cuadro siguiente (Cuadro 18) muestra las superficies de plantación de árboles por categoría y por especie.

Cuadro 18 Superficies de plantación por categoría y por especie

(Unidad: há)

| Categoría | Especie | Aliso | Ciprés | <i>E. globulus</i> | <i>P. patula</i> | <i>P. radiata</i> | Total |
|------------------------|---------|-------|--------|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| Bosque de Producción | D | 11 | 47 | – | 109 | – | 167 |
| Bosque de Protección I | F | 422 | 31 | 73 | 61 | 10 | 597 |
| " | G | 51 | – | 35 | 107 | 50 | 243 |
| Bosque Silvopastoril | G' | 39 | – | 11 | 79 | – | 129 |
| Total | | 523 | 78 | 119 | 356 | 60 | 1,136 |

④ Plan de formación de plántulas

- a. Las plántulas por especie de árbol que serán producidas en el vivero permanente se indican a continuación. Se piensa que un vivero con una superficie de aproximadamente 1,500 m² será necesario para producir estas plántulas.

Cuadro 19 Producción de plántulas por especie (Vivero permanente)

| | 100 plántulas | | 100 plántulas |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Aliso | 2,391 | <i>P. patula</i> | 2,124 |
| Ciprés | 599 " | <i>P. radiata</i> | 57 " |
| <i>E. globulus</i> | 402 " | Total | 5,573 " |

- b. La producción de plántulas por especie en los viveros transitorios se indica a continuación. La producción se realizará en 5 compartimientos (6 a 9 y 11). Se piensa que un vivero con una superficie de aproximadamente 990 m² será necesario para producir estas plántulas.

Cuadro 20 Producción de plántulas por especie (Viveros transitorios)

| | 100 plántulas | | 100 plántulas |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Aliso | 847 | <i>P. patula</i> | 447 |
| Ciprés | 114 " | <i>P. radiata</i> | 321 " |
| <i>E. globulus</i> | 322 " | Total | 2,051 " |

⑤ Plan de caminos forestales

La apertura de 1,470m de nuevos caminos forestales en el Compartimiento 14 y 800m en el Compartimiento 15 está siendo planeada, puesto que dichas parcelas no tienen vías de acceso y eso es un inconveniente para ejecutar los trabajos forestales de bosque de producción.

2) Plan Modelo de Manizales

Los elementos principales de la orientación básica adoptada en este caso son la formulación del plan para protección y manutención de los bosques existentes y rehabilitación de los bosques en las tierras agropecuarias con peligro de devastación, además de la formulación del plan para equipamiento del Bosque Ciudadano que proporcionará un ambiente apropiado para familiarizarse con el bosque.

(1) Situación actual del área modelo

Las tierras boscosas ocupan el 63.2% de este área modelo, y éste es el porcentaje más alto de las 3 áreas modelo. La mayoría se compone de bosques de conservación de agua de Manizales, y hay masas forestales de calidad superior, con mezcla de bosques naturales de estratos múltiples y bosques artificiales de Aliso. Sin embargo, hay muchos focos de devastación en las pendientes escarpadas de la mitad de las faldas de las montañas y en los pastos, incluso los páramos. La tasa de devastación es de 0.25%, que es 2 o más veces mayor en comparación con Río Tapias y Pensilvania.

(2) División forestal

Con la finalidad de definir claramente la ubicación de los bosques y facilitar la ejecución de los trabajos, los bosques han sido divididos en compartimientos, y los sitios dentro de los compartimientos con diferentes trabajos han sido subdivididos en subcompartimientos. (Hay 8 compartimientos y 183 subcompartimientos, que están indicados en el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal).

(3) Plan de Manejo Forestal

① Superficies por categoría forestal

Las superficies de las varias categorías forestales se indican en el cuadro de clasificación general (Cuadro 15). El Plan Modelo tendrá una duración de 5 años.

② Método de ejecución de los trabajos forestales

El mecanismo de los trabajos forestales de cada categoría forestal se indican en el cuadro siguiente (Cuadro 21):

A propósito, no hay señalamiento de corta durante el período de este Plan.

Cuadro 21 Mecanismo de los trabajos forestales por categoría (Estándar)

| Método | Categoría | Bosque de Protección I (F, G) | Bosque de Protección II (B) | Bosque de Producción (D) | Bosque Silvopastoril (G') |
|----------------------------------|-----------|--|--|--|-------------------------------|
| Corta (Corta final) | | Prohibición de corta | Corta selectiva (700 árboles residuales en el décimo año, 400 árboles residuales en el vigésimo año) | Corta total (20 a 30 años) | Corta total (20 años) |
| (Entresaca) | | — | — | 35% después de 10 años | — |
| Método de regeneración | | Regeneración artificial en las tierras sin árboles | Mejoramiento silvicultural | Regeneración artificial | Igual al Bosque de Producción |
| Plantación de árboles (Especies) | | Pp, Ci, Al, Egl, Pr | Igual al Bosque de Protección I | Igual al Bosque de Protección II | Igual al Bosque de Producción |
| (Densidad de plantación) | | 625 árboles/há (4x4 m) | 100 árboles/há (Parte esparcida) | 1,100 árboles/há (3x3 m) | 400 árboles/há (5x5 m) |
| Cuidado (Limpieza de malezas) | | Cuando sea necesario | Cuando sea necesario | 3 veces/año, durante 2 años | Cuando sea necesario |
| (Corta de mejoramiento) | | — | — | 3 a 6 veces/año (simultáneamente con corta de enredaderas) | " |
| (Corta de ramas) | | — | — | Hasta 5m encima de la superficie de la tierra | " |

③ Plan de plantación

Las superficies de plantación de árboles por categoría y por especie se indican en el cuadro siguiente (Cuadro 22):

Cuadro 22 Superficies de plantación por categoría y por especie

(Unidad: há)

| Categoría | Especie | Aliso | Ciprés | <i>E. globulus</i> | <i>P. patula</i> | <i>P. radiata</i> | Total |
|-------------------------|---------|-------|--------|--------------------|------------------|-------------------|-------|
| Bosque de protección II | B | 26 | — | — | — | — | 26 |
| Bosque de Producción | D | 2 | 2 | — | 3 | — | 7 |
| Bosque de Protección I | F | 204 | — | 68 | — | — | 272 |
| " | G | 63 | — | 155 | 4 | 20 | 242 |
| Bosque Silvopastoril | G' | 20 | — | — | 39 | — | 59 |
| Total | | 315 | 2 | 223 | 46 | 20 | 606 |

④ Plan de formación de plántulas

Las cantidades de plántulas producir por especie de árbol se indican a continuación. Se piensa que la superficie necesaria para los viveros será de aproximadamente 1,400m².

Cuadro 23 Producción de plántulas por especie

| | 100 plántulas | | 100 plántulas |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Aliso | 1,801 | <i>P. patula</i> | 214 |
| Ciprés | 22 " | <i>P. radiata</i> | 126 " |
| <i>E. globulus</i> | 1,396 " | Total | 3,559 " |

⑤ Plan de caminos forestales

La totalidad de este área modelo se compone de bosques de conservación de agua, sin necesidad de extracción de madera, y además el transporte de las plántulas se realizará por medio de animales. Así, no es necesario abrir nuevos caminos forestales.

En cuanto a los caminos existentes, se necesita mejorarlos y repararlos adecuadamente, puesto que serán indispensables para el manejo y la operación del "Bosque Ciudadano".

⑥ Plan del "Bosque Ciudadano"

a. Antecedentes de la idea

No hay ningún parque forestal en Manizales, que es una ciudad de 320 mil habitantes. Con la finalidad de contribuir a los varios aspectos de la educación social, tales como el mejoramiento del nivel cultural de los

ciudadanos, el fomento de la conciencia de protección del ambiente natural, etc., las autoridades municipales estaban pensando ampliar los parques forestales y otras instalaciones públicas. Puesto que hay un sitio apropiado dentro de las tierras municipales del área modelo, se ha decidido formular el presente plan de equipamiento como parte del Plan de Manejo Forestal.

b. Resumen de la idea básica

- Proporcionar un sitio para educación natural (Instalación de espacios para experiencias personales y observaciones)
- Criar un sitio de recreación (Espacio para ejercicios dentro del bosque)
- Proporcionar vista y paisaje aprovechando la topografía
- Construcción de senderos y otras instalaciones para reposo dentro del bosque
- Proporcionar un punto de contacto entre bosque, agua, pasto y recreación de los niños
- Prestar atención a la prevención de colapsos cuando se señalicen líneas de tráfico dentro del bosque
- Limitar el acceso de vehículos hasta un punto intermediario (escuela primaria). (Construcción de parqueaderos)
- Promover la educación y publicidad. (Elección del símbolo de la canción del parque por concurso público)

c. Plan de las instalaciones principales

- Bosque Panorámico, • Bosque Educativo, • Bosque Ornitológico,
- Bosque de Ribera.

3) Plan Modelo de Pensilvania

La orientación básica adoptada en este caso es la formulación del plan de operación y manejo del bosque artificial a través del aprovechamiento de los bosques artificiales existentes y la reforestación positiva de las tierras agropecuarias, así como la ejecución de trabajos forestales apropiados en los bosques de conservación de agua ubicados más arriba del área urbana de Pensilvania.

(1) Situación actual del área modelo

Este área modelo está situada en la falda oriental de la Cordillera Central de los Andes, y grandes superficies de bosques naturales han sido convertidos a tierras agropecuarias a través de la corta realizado desde hace mucho tiempo. Sin embargo, la fase más activa de conversión ya está pasada, y por el contrario, aproximadamente 1,340há de pastos de baja productividad han sido reforestados. Como resultado, el porcentaje de tierras sin árboles de pie, que era del 70.3%, se ha reducido al 47%. Las condiciones apropiadas para reforestación, que se componen de un estrato espeso de suelo y abundantes lluvias, parecen estar contribuyendo de manera positiva.

(2) División forestal

Con la finalidad de definir claramente la ubicación de los bosques y facilitar la ejecución de los trabajos, los bosques han sido divididos en compartimientos, y los sitios dentro de los compartimientos con diferentes trabajos han sido subdivididos en subcompartimientos. (Hay 23 compartimientos y 608 subcompartimientos, que están indicadas en los mapas del Plan Modelo de Manejo Forestal).

(3) Plan de Manejo Forestal

① Superficies por categoría forestal

Las superficies de las varias categorías forestales se indican en el cuadro de clasificación general (Cuadro 15). El Plan Modelo tendrá una duración de 10 años.

② Método de ejecución de los trabajos forestales

El mecanismo de los trabajos forestales de cada categoría forestal se indican en el cuadro siguiente (Cuadro 24):

Cuadro 24 Mecanismo de los trabajos forestales por categoría (Estándar)

| Categoría Método | Bosque de Protección I (F, G) | Bosque de Protección II (E) | Bosque de Producción (C, D) | Bosque Silvopastoril (G) | Bosque Agroforestal (H) |
|---|--|---|---|----------------------------------|----------------------------------|
| Corta (Método de corta final) (Edad de corta) | Prohibición de corta | Corta selectiva | Corta total | Corta total | Corta total |
| | -- | Primera corta: 10 años (700 árboles residuales) | 20 a 30 años | 20 años | 20 años |
| | | Segunda corta: 20 años (400 árboles residuales) | 20 a 30 años | | |
| (Diámetro esperado) | -- | Pulpa: Mínimo 13cm; Aserrado: Mínimo 20cm | Igual al Bosque de Protección II | Igual al Bosque de Producción | Igual al Bosque Silvopastoril |
| (Método de señalamiento) | -- | -- | En cuarteles iguales | No hay | No hay |
| (Método de entresaca) | -- | -- | El 35% en el décimo año | -- | -- |
| Método de regeneración | Regeneración artificial en las tierras sin árboles | Reemplazo de bosque natural | Regeneración artificial | Igual al Bosque de Producción | Igual al Bosque Silvopastoril |
| Plantación de árboles (Especie) | Pp, Ci, E.gl, Al, | -- | Pp, Ci, Egl, Al | Igual al Bosque de Producción | Nog. |
| (Densidad) | 625 árboles/há (4x4 m) | -- | 1,100 árboles/há (3x3 m) | 400 árboles/há (5x5 m) | 200 árboles/há (10x5 m) |
| Cuidado (Limpieza de malezas) | Cuando sea necesario | -- | 3 veces/año, durante 2 años | Cuando sea necesario | Igual al Bosque Silvopastoril |
| (Corta de mejora- miento) | -- | -- | Tercer año, sexto año | " | " |
| (Corta de ramas) | -- | -- | Hasta 5m encima de la superficie de la tierra | " | " |

③ Plan de corta

Los sitios de corta fueron decididos a través de deliberaciones con el propietario del bosque artificial y estudios de campo. Las ubicaciones y las cantidades fueron indicadas en el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal, así como en el registro del mismo Plan.

El volumen de corta durante el período de 10 años planeados está vez se compone de aproximadamente 198 mil m³ de las 531 há de corta total, aproximadamente 13 mil m³ de las 193 há de corta selectiva, y aproximadamente 16 mil m³ de las 428 há de entresaca. Por consiguiente, el volumen total de corta durante 10 años es de aproximadamente 227 mil m³, y la media anual es de 22,700m³.

Las categorías forestales objeto de corta son sólo los Bosques de Producción y los Bosques de Protección II, y las especies a cortar son *P. patula* y Ciprés.

④ Plan de plantación

El Cuadro 25 muestra las superficies de plantación, por categoría y por especie.

Cuadro 25 Superficies de plantación por categoría y por especie

(Unidad: há)

| Categoría | Especie | Aliso | Ciprés | <i>E. globulus</i> | <i>P. patula</i> | Nogal, etc. | Total |
|------------------------|---------|-------|--------|--------------------|------------------|-------------|-------|
| Bosque de Producción | C | 16 | 97 | 12 | 363 | – | 488 |
| Bosque de Producción | D | 2 | 10 | – | 52 | – | 64 |
| Bosque de Protección I | F | 418 | – | 61 | 104 | – | 583 |
| Bosque de Protección I | G | 33 | 7 | 57 | 56 | – | 153 |
| Bosque Silvopastoril | G' | 24 | 30 | 16 | 303 | – | 373 |
| Bosque Agroforestal | H | – | – | – | – | 131 | 131 |
| Total | | 493 | 144 | 146 | 878 | 131 | 1,792 |

⑤ Plan de formación de plántulas

El cuadro siguiente muestra las cantidades de plántulas necesarias por especie. Se piensa que la superficie de viveros necesaria para ello será de aproximadamente 3,000 m².

Cuadro 26 Producción de plántulas por especie

| | 100 plántulas | | 100 plántulas |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Aliso | 3,120 | <i>P. patula</i> | 6,793 |
| Ciprés | 1,341 " | <i>P. radiata</i> | 262 " |
| <i>E. globulus</i> | 938 " | Total | 12,454 " |

⑥ Plan de caminos forestales

Aproximadamente 2,370m de nuevos caminos forestales serán abiertos en el Compartimiento 14 (sin acceso), para facilitar la ejecución de los trabajos en los bosques de producción.

9. Evaluación del impacto ambiental

El presente estudio tiene el objetivo de establecer el sistema de manejo apropiado de los recursos forestales en las zonas con reducción de bosques en la Cordillera Central de los Andes, y el Plan Modelo ha sido formulado para indicar claramente el método aplicable al asunto.

Puesto que este Plan Modelo está relacionando en general con todos los aspectos del manejo forestal, comprende consideraciones sobre varios asuntos tales como cambios en las características topográficas del terreno, corta de los bosques y otros tipos de trabajos forestales. Por consiguiente, una evaluación del impacto ambiental ha sido efectuada con la finalidad de conservar el ambiente forestal.

1) Procedimiento del método de evaluación

El impacto del Plan Modelo, que se compone principalmente de la reforestación sobre el medio ambiente ha sido examinado de manera cualitativa, tomando en consideración la importancia de cada elemento componente del contenido del procedimiento de evaluación. (Véase la Figura 3)

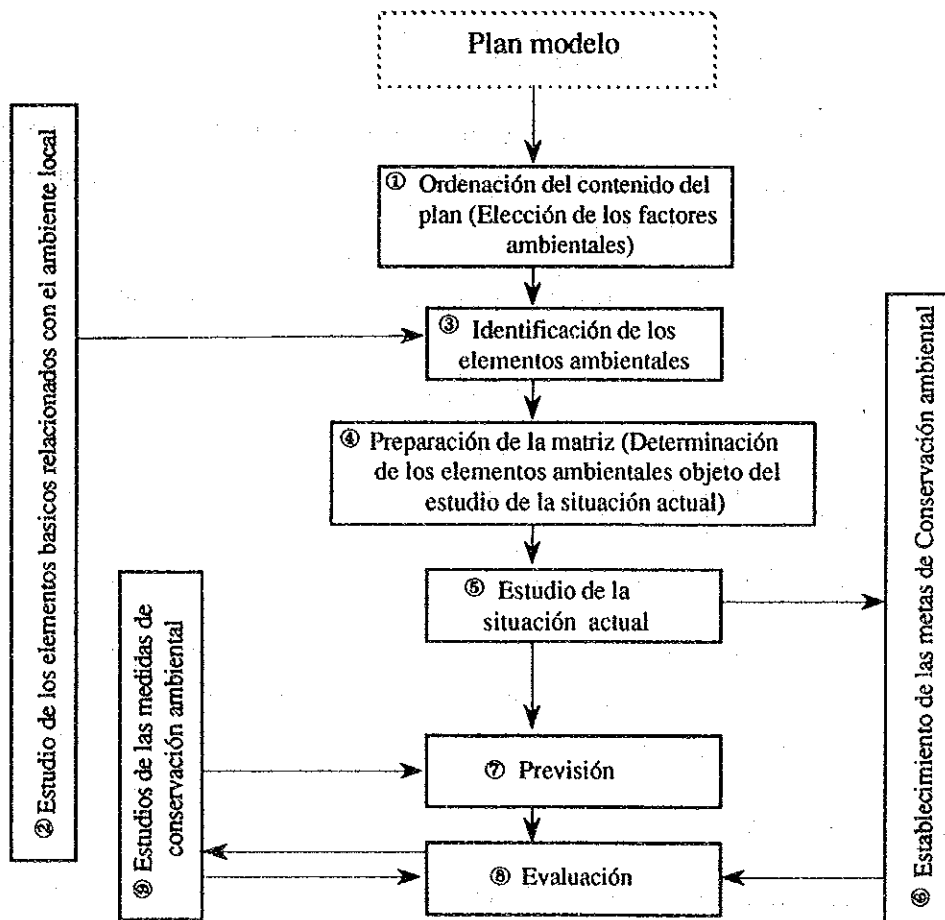


Figura 3 Flujograma de la evaluación del impacto ambiental

2) Contenido de evaluación

Las características de cada ítem se describen a continuación según el procedimiento de evaluación.

(1) Ordenación del contenido del plan

Los factores que ejercen influencia sobre el medio ambiente circundante han sido identificados de conformidad con el Cuadro 27, según el contenido de cada Plan Modelo.

Cuadro 27 Factores de influencia ambiental

| Plan | Area modelo | Río Tapias | Manizales | Pensilvania |
|-------------------------|---|--|---|---|
| Trabajos forestales | Bosque de Protección I | o Aplazamiento de la corta, o Plantación de árboles, Pastoreo dentro del bosque, Cuidado | o Aplazamiento de la corta, o Plantación de árboles, Pastoreo dentro del bosque, Cuidado | o Aplazamiento de la corta, o Plantación de árboles, Pastoreo dentro del bosque, Cuidado |
| | Bosque de Protección II | — | o Plantación de árboles, Cuidado, o Corta | o Plantación de árboles, Cuidado, o Corta |
| | Bosque de Producción | Plantación de árboles, Cuidado, o Corta | Plantación de árboles, Cuidado, o Corta | Plantación de árboles, Cuidado, o Corta |
| | Bosque Silvopastoril | Plantación de árboles, Cuidado, Corta, Pastoreo dentro del bosque | Plantación de árboles, Cuidado, Corta, Pastoreo dentro del bosque | Plantación de árboles, Cuidado, Corta, Pastoreo dentro del bosque |
| | Bosque Agroforestal | — | — | Plantación de árboles, Cuidado, Corta |
| | Bosque Ciudadano | — | o Corta de mejoramiento, Plantación de árboles, Cuidado, Instalaciones para aprovechamiento | — |
| Producción de plántulas | Δ Vivero | Δ Vivero | Δ Vivero | |
| Caminos forestales | o Apertura de caminos forestales, Uso de caminos forestales | Uso de caminos forestales | o Apertura de caminos forestales, Uso de caminos forestales | |
| Protección y manejo | Δ Administración de los linderos, etc. Δ Prevención de incendios forestales, o Control de plagas y enfermedades | Δ Administración de los linderos, etc. Δ Prevención de incendios forestales o Control de plagas y enfermedades | Δ Administración de los linderos, etc. Δ Prevención de incendios forestales, o Control de plagas y enfermedades | |

Nota: La marca "o" indica los elementos de trabajo forestal que tienen posibilidad de ejercer alguna influencia sobre el medio ambiente
La marca "Δ" indica los elementos de trabajo forestal que tienen posibilidad de ejercer pequeña influencia sobre el medio ambiente.
Los elementos de trabajo forestal sin ninguna marca no ejercen casi ninguna influencia sobre el medio ambiente.

(2) Estudio de los elementos básicos relacionados con el ambiente local

Puesto que las características básicas del área intensiva, que comprende las áreas modelo, y sus vecindades han sido elucidadas a través del estudio básico para formulación del Plan de Manejo Forestal, los datos respectivos han sido ordenados por ítem básico y han sido usados en el presente Estudio. (Los contenidos de dichos datos han sido omitidos en esta sección).

(3) Identificación de los elementos ambientales

Los elementos ambientales del área en cuestión, influenciados por la ejecución del Plan Modelo, han sido identificados y ordenados como se indica a continuación:

(Ocho elementos del ambiente natural)

Calidad del agua, meteorología, topografía•geología•suelo, ríos•lagos, flora, fauna, acuática, paisaje.

(Siete elementos del ambiente social)

Uso de la tierra, posición de la tierra, actividades económicas (agricultura, silvicultura, pesca), empleo, uso del agua, recreación, ruinas, patrimonios culturales.

(4) Preparación de la matriz

La matriz de la relación de influencia ambiental ha sido trazada a partir de los factores ambientales que ejercen influencia, los elementos ambientales que reciben influencia, y los artículos objeto de estudio de la situación actual han sido identificados a partir de la matriz.

• Topografía, geología, suelo

Cambios en la superficie de suelo, debido a la apertura de caminos forestales y la operación de las líneas de extracción de madera.

• Vegetación

Cambios de la vegetación resultantes de la corta de árboles, la introducción de especies exóticas, la apertura de caminos forestales y los trabajos de control de plagas y enfermedades.

- Paisaje

Cambios en el paisaje forestal, resultantes de la corta de árboles.

- Posesión de la tierra

Transferencia de la posesión de la tierra resultantes de la reforestación de pastos y la apertura de caminos forestales.

- Actividades económicas y empleo

Cambios en las actividades económicas y en formas de empleo, resultantes de la prohibición de la corta, reforestación de pastos, etc.

- Uso del agua

Inconveniencia en la vida de los habitantes de las áreas situadas más abajo debido a la apertura de caminos forestales.

(5) Estudio de la situación actual

El alcance y la intensidad de la influencia ejercida sobre cada área modelo han sido examinados a través del estudio de la situación actual, con respecto a los 7 elementos ambientales elegidos a partir de la matriz.

(6) Establecimiento de las metas de conservación ambiental

Puesto que no ha sido posible confirmar los criterios generales aplicables a las zonas forestales, se ha acordado, como resultado de las discusiones con INDERENA, el no permitir el empeoramiento del medio ambiente actual como meta general de conservación ambiental, y las metas de conservación de cada elemento ambiental han sido establecidas a partir de la mencionada meta general.

(7) Previsión

La previsión del grado de cambio en los varios elementos ambientales después de la ejecución del Plan ha sido ejecutada basándose en los resultados del estudio de la situación actual. Se piensa que los 5 elementos mencionados a continuación, de entre los varios elementos que tienen posibilidad de sufrir algún cambio, van a ejercer influencia sobre el medio ambiente local. A propósito, la topografía, geología, suelo y el paisaje han sido excluidos.

- Vegetación (se deben tomar medidas para mantener la vegetación)
- Posesión de la tierra (cambio en las medidas de vida de los propietarios)

- Actividades económicas (cambios en estructuras e influencia de la prohibición de corta)
- Empleo (cambio de los tipos de profesión)
- Uso del agua (uso del agua en las áreas situadas más abajo de los sitios de las obras de ingeniería civil)

(8) Evaluación

Como resultado de estudios cuidadosos a los varios artículos de evaluación, se ha concluido que será posible evitar influencias nocivas y realizar las metas de conservación, en tanto que se sigan las medidas preventivas mencionadas dentro del Plan Modelo y en las recomendaciones.

10. Transferencia tecnológica

Los contenidos principales de la transferencia tecnológica ejecutada dentro del presente Estudio se mencionan a continuación:

- Técnicas de análisis por sensores remotos
- Técnicas de toma de fotografías aéreas y levantamiento topográfico.
- Técnicas de los estudios básicos para la formulación del Plan de Manejo Forestal
- Técnica para la formulación de la Gufa y del Plan Modelo
- Técnica para la formulación y el trazado de los mapas y documentos de manejo

La transferencia tecnológica ha sido ejecutada a través de dos métodos, o sea el aprendizaje de disciplinas y técnicas básicas durante la visita de los contrapartes colombianos al Japón, y el entrenamiento en el sitio de trabajo.

Recomendaciones

Recomendaciones

1) Resumen de las recomendaciones

Para que los resultados del presente estudio sean realmente útiles a los bosques colombianos, especialmente al manejo forestal de la reserva forestal central, se necesita tomar las medidas que se mencionan a continuación:

(1) Formulación del plan relativo a la totalidad del área intensiva

El Gobierno de Colombia deberá formular un plan apropiado de manejo forestal que cubra también las demás partes del área intensiva fuera de las áreas modelo, basándose en una perfecta comprensión de los métodos y los resultados de los estudios de varios tipos realizados esta vez, así como los contenidos de la Guía y de los planes modelo que han sido formulados.

(2) Ejecución de los planes modelo en combinación con proyectos similares

Conjuntamente con los planes modelo se deberán ejecutar proyectos que tengan objetivos similares, a través de una cooperación segura entre ambos.

(3) Establecimiento del "Centro de Promoción de la Rehabilitación Forestal" (nombre provisional)

Para que los contrapartes colombianos puedan asimilar de manera efectiva y real las técnicas de manejo forestal necesarias para ejecutar los trabajos mencionados en los dos apartados anteriores, se necesita llevar a cabo una ayuda aun más vigorosa desde los puntos de vista técnico y operacional. Por ejemplo, se necesita establecer una organización que tenga la función de "centro de promoción para la rehabilitación forestal".

2) Contenido de las recomendaciones

(1) Formulación de un plan que cubra la totalidad del área intensiva

Los planes modelo formulados esta vez cubren una superficie total de 21,058há, que corresponden a aproximadamente el 10% del área intensiva, que es la parte del Departamento de Caldas, objeto del presente Estudio.

Para que el Plan de Manejo Forestal pueda producir efectos satisfactorios, se necesita formular y ejecutar un plan de envergadura relativamente grande, que cubra una superficie de escala departamental y que tenga un contenido bien equilibrado. Examinando el asunto desde un punto de vista más amplio, se puede decir que los planes relativos a la conservación y al aprovechamiento de los recursos forestales podrán ser realizados de manera apropiada sólo cuando haya un plan global de ámbito nacional, seguido de planes individuales para cada área específica que tomen en consideración las peculiaridades específicas de cada área en particular.

El presente Estudio comprende el establecimiento de los criterios de varios tipos relacionados con el manejo forestal, que han sido formulados tomando en consideración a la situación existente en el sitio, así como la formulación de planes modelo, que son ejemplos concretos de planes formulados de conformidad con dichos criterios. En caso que el gobierno colombiano formule un plan apropiado aplicable a las demás partes fuera de las áreas modelo, usando como referencia los ejemplos referidos, posibilitará garantizar la conservación forestal y el uso de tierra adecuados para los bosques y las tierras del Departamento de Caldas y áreas similares de la Cordillera Central.

(2) Coordinación con proyectos similares

- ① Los planes modelo se componen principalmente de la reforestación, y requieren recursos financieros considerables.

Los planes modelo son planes administrativos relativos a la conservación y el aprovechamiento de los bosques, y se componen principalmente de la formación de bosques (reforestación) para restauración de los recursos forestales.

Las superficies de reforestación de las áreas modelo totalizan aproximadamente 3,500há.

A propósito, los planes modelo del Estudio no deben limitarse meramente a la etapa de formulación del Plan. El presente Estudio no producirá resultados positivos hasta que se ejecute y se realice la reforestación, y para eso será necesario hacer uso de iniciativas administrativas y otras medidas de varios tipos para llevar a cabo los planes modelos.

Con relación a eso, se debe tener presente que el solicitar a los agricultores y a los propietarios que carguen con las enormes inversiones financieras necesarias para realizar la reforestación será muy difícil. Así, será necesario establecer un sistema de fondos, subsidios, financiamientos, etc., proporcionados por el tesoro nacional, bajo la comprensión de que los recursos financieros para reforestación son un bien común de la totalidad de la nación. De cualquier manera, la preparación de los recursos financieros necesarios para reforestar grandes superficies de tierra no es una tarea fácil.

② Ejecución en coordinación con proyectos similares

Actualmente se están estudiando los proyectos de reforestación relacionados con el Fondo Ecológico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

El proyecto tendrá el propósito de invertir en el mejoramiento ambiental de los cafetales y de las áreas más altas, y la reforestación será la parte básica del proyecto. La tendencia reciente en la industria cafetera se caracteriza por la transformación de los cafetales al sistema de manejo intensivo (introducción de variedades de alta productividad que no necesitan plantas para sombrero), y eso está trayendo ciertas consecuencias negativas tales como la erosión y la descarga de aguas turbias en el sistema fluvial situado en las zonas más bajas. Por otro lado, el corte de los bosques en las partes más altas está dificultando la obtención del agua necesaria para la producción de café. Por lo tanto, es necesario mejorar el ambiente natural de las zonas cafeteras, (reforestación para conservación del agua en las pequeñas cuencas existentes dentro de la zona en cuestión y para protección del suelo, rehabilitación de la vegetación en las tierras descubiertas, instalación de equipos para purificación de aguas turbias y embalses de sedimentación, etc.), así como formación de bosques productivos a través de la reforestación de las áreas más altas.

La existencia de planes adecuados relativos a los sitios y a los métodos de plantación de los árboles, así como la ejecución del proyecto de conformidad con dichos planes son el "sine qua non" para que las inversiones produzcan resultados efectivos.

Aunque el presente estudio no esté directamente relacionado con el plan de reforestación del Fondo Ecológico, la suerte quiso que dicho proyecto estuviera ubicado dentro del mismo Departamento de Caldas, y que su

contenido se compusiera del Plan de Reforestación para Fines de Conservación y del Plan de Reforestación para Fines del Manejo Forestal. Así, los contenidos de este Estudio y de dicho proyecto coinciden en su mayor parte, se piensa que será posible aprovechar la experiencia de éste Estudio en el proyecto de reforestación de la Federación Nacional de Cafeteros (elección de los sitios de reforestación, método de reforestación, etc.).

En caso de que el gobierno colombiano se comunique estrechamente con la Federación Nacional de Cafeteros, tomando medidas para preconizar el aprovechamiento de la experiencia adquirida a través del presente Estudio, eso proporcionará a la Federación Nacional de Cafeteros una base para ejecutar la reforestación de manera sistemática. Eso significa justamente el asegurar la ejecución del plan formulado en éste Estudio.

(3) Establecimiento del "Centro de Promoción de la Rehabilitación Forestal" (nombre provisional)

① Necesidad de soporte desde el punto de vista técnico y operacional

Independientemente de la manera como el presente Plan de Manejo Forestal, que trata principalmente sobre la reforestación, sea ejecutado, se necesita además proporcionar apoyo técnico y operacional, para que la entidad contraparte pueda realizar el plan y asimilar los conocimientos.

Dicho de otro modo, existen algunos aspectos pendientes, tales como las peculiaridades relacionadas con la ubicación del área en cuestión en una zona tropical subalpina, la gran envergadura de los trabajos de reforestación, la ejecución de la reforestación en tierras de posesión privada, la coordinación con la actividad agropecuaria, etc.

Dichos aspectos han sido mencionados dentro del presente Plan Modelo. Sin embargo, se necesita analizarlos y solucionarlos de manera ordenada y sucesiva, puesto que cada aspecto tiene características altamente locales. Así, para tener buen éxito en la reforestación de las áreas modelo, será indispensable la cooperación y el apoyo entre el gobierno y las entidades colombianas.

Por esta razón, se propone establecer el "Centro de Promoción de la Rehabilitación Forestal" (nombre provisional), que será una organización que se encargará de la ejecución del presente Plan Modelo, así como de las

actividades de difusión, orientación e investigación necesarias para promover la reforestación de las áreas vecinas.

② Contenido del "Centro de Promoción de la Rehabilitación Forestal"

Este centro se encargará de las tareas que se mencionan a continuación:

- Ejecución de pruebas en producción de plántulas especialmente de las especies nativas y desarrollo de técnicas para producción masiva de plantillas.
- Investigación, extensión y orientación de técnicas de cuidados silviculturales necesarios para conservación y manejo forestal.
- Orientación técnica y educación relativas a la conservación de las tierras boscosas.
- Orientación y fomento de la formación de comunidades locales con el objetivo principal de realizar la reforestación.
- Investigación de métodos de aprovechamiento de recursos madereros y extensión de técnicas de carpintería. (incluso artesanía local)
- Desarrollo de técnicas para uso múltiple de la tierra, en forma de bosques agroforestales, bosques silvopastoriles, etc.

La ejecución de dichas tareas será necesaria para solucionar los varios problemas que se piensan que vayan a tener lugar durante la ejecución del Plan Modelo y la reforestación en las áreas adyacentes.

Hay muchos temas de investigación tales como la identificación de las especies arbóreas más adecuadas, especialmente especies nativas, para la reforestación en las áreas tropicales subandinas, las técnicas de producción masiva de plántulas, las técnicas de cuidados silviculturales, etc.

La rehabilitación forestal para conservación de los bosques es la alma del presente Plan. Sin embargo, se debe tener presente que solamente la técnica de reforestación no es suficiente para realizar la conservación forestal. Eso será posible a través de una técnica formulada a partir de una manera de pensar global, en combinación con las técnicas de conservación de tierras boscosas. Así, se necesita ejecutar la orientación técnica y la educación desde los puntos de vista mencionados.

Las personas encargadas de las tareas de reforestación serán los agricultores y los encargados arrendatarios de los grandes propietarios. Así, la cooperación sincera de dichas personas al proyecto de reforestación será indispensable para la ejecución exitosa de la reforestación. De esa manera, se necesita tomar medidas apropiadas, desde el punto de vista de la comunidad local, para despertar el entusiasmo con respecto a la reforestación. En otras palabras, se necesita organizar una comunidad local cuyo tema principal sea la reforestación. Eso significa criar un ambiente propicio para la formación de una comunidad local orientada hacia la "reforestación", mientras se mantiene la vida actual de la población rural.

Ejemplos de actividades de las comunidades locales son el desarrollo de métodos de aprovechamiento de los recursos madereros que sean suficientemente sencillos para que los habitantes rurales puedan ponerlos en práctica, el uso de la madera dentro de la vida cotidiana de los habitantes rurales, la venta de madera para posibilitar el ingreso de capital para los habitantes rurales, etc. Aunque los bosques del presente Plan tengan fines de conservación, se debe tener presente que la reforestación se llevará a cabo en las tierras donde actualmente se explota la actividad agropecuaria. Por consiguiente, no se podrá contar con la cooperación de los habitantes rurales si no hay beneficios de una forma o de otra a través del aprovechamiento de parte de los recursos forestales; es decir que será necesario llevar a cabo la investigación relativa a la demanda de los recursos madereros, así como al desarrollo de la demanda de los productos madereros aprovechables. Al mismo tiempo será también necesario desarrollar y promover la orientación y la difusión técnicas de carpintería que puedan ser usadas por los habitantes rurales.

Además, se debe tener también presente que la reforestación dentro del área en cuestión se llevará a cabo en las tierras donde actualmente se explota la ganadería, así como en los cafetales y otros tipos de tierras agrícolas, resultando en la formación de varios tipos de bosques, incluso los bosques mixtos tales como los bosques silvopastoriles y los bosques agroforestales. Por consiguiente se necesitan técnicas apropiadas para realizar la simbiosis de la silvicultura con la ganadería y la agricultura. De esta manera, se necesita realizar el desarrollo, la extensión y la radicación de las técnicas que posibiliten la coexistencia.

Capítulo 1

Introducción

Capítulo 1 Introducción

1-1 Antecedentes del Estudio

La República de Colombia (de aquí adelante Colombia) tiene un territorio de aproximadamente 1.14 millones km², y tiene un área boscosa de aproximadamente 0.53 millones km² que ocupa el 46% del territorio nacional. La distribución de los bosques dentro del territorio nacional presenta diferencias marcadas dependiendo de cada región del país. Mientras que en la región amazónica (80%) y en la Región del Océano Pacífico (61%) hay porcentajes relativamente altos de áreas boscosas, en la Región Andina dicho porcentaje es bajo, llegando a sólo 27%. Eso es porque la Región Andina se ha desarrollado desde hace mucho tiempo. Las ciudades principales del país están ubicadas en la Región Andina, y además la tierra está siendo aprovechada para explotar la agricultura. Se piensa que los bosques han sido destruidos debido al aumento de la población y para ejecutar las actividades de producción que acompañan dicho aumento (principalmente la conversión a pasturas con la finalidad de llevar a cabo la ganadería).

Según el mapa de zonificación agroecológica de Colombia, el 68.5% del territorio nacional es apropiado para bosques. Por otro lado, el 16.8% del territorio nacional es apropiado para pasturas, pero en realidad estas ocupan el 35.1% de la totalidad. Como se puede notar, una proporción considerable de áreas apropiadas para bosques han sido convertidas en pasturas.

La reducción de los bosques está causando no sólo problemas de naturaleza ecológica, sino también otros problemas tales como la erosión del suelo, el peligro de inundación en los cursos bajos de los ríos, la escasez de agua potable, etc. En la región andina hay muchos terrenos escarpados, excepto las áreas de la mitad de las montañas y de los altiplanos. El desarrollo excesivo de pasturas y de tierras agrícolas está causando la erosión del suelo, debilitando la capacidad de conservación de agua, y está causando inconveniencias e intranquilidad a la vida cotidiana y a las actividades de producción de los habitantes locales. Por consiguiente, la racionalización del uso de la tierra, la conservación de los bosques, el mejoramiento del manejo de los bosques existentes, el mejoramiento de la fisonomía forestal, la formación de bosques a través de la plantación de tierras apropiadas, etc., son problemas que requieren una solución urgente.

En vista de dicha situación, el Gobierno de Colombia ha solicitado al Gobierno de Japón cooperación técnica relativa a los asuntos que se mencionan a continuación, tomando como área modelo, objeto de ejecución de un manejo forestal adecuado, la reserva forestal central de la Región Andina.

- Identificación científica, a través del satélite Landsat, de la distribución de los bosques, de la situación actual del uso de la tierra y de su variación cronológica, y establecimiento de las técnicas necesarias para eso.
- Establecimiento de las guías para manejo forestal.
- Formulación del plan modelo, a través de la aplicación de dichas guías al área modelo.
- Identificación de la situación actual de los recursos forestales y obtención de las informaciones básicas necesarias para el manejo forestal, a través de las fotografías aéreas y de los mapas topográficos obtenidos de dichas fotografías. La situación identificada y las informaciones obtenidas serán usadas como datos básicos para la ejecución de los trabajos mencionados en los apartados anteriores.
- Transferencia de tecnología a los contrapartes colombianos.

En respuesta a dicha solicitud, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha enviado a Colombia la Misión de Estudio Preliminar en febrero de 1988 y la Misión de Alcance de Trabajo (S/W) en julio de 1988. El S/W ha sido celebrado por los gobiernos de las dos naciones, después de la ejecución de los estudios relativos al antecedentes de la solicitud, la confirmación de la organización ejecutiva, la verificación de los contenidos del estudio definitivo, la discusión de los asuntos afines, etc., llevados a cabo por las misiones susodichas.

1-2 Objetivo del Estudio

El presente estudio tiene el objetivo de contribuir al establecimiento de un sistema de manejo nacional de los recursos forestales de Colombia a través de la ejecución de los trabajos siguientes:

- Análisis de los datos del satélite Landsat en la reserva forestal central de la República de Colombia.
- Trazado del mapa básico a través de las fotografías aéreas.
- Establecimiento de las guías del Plan de Manejo Forestal y formulación del Plan Modelo.

1-3 Area objeto del Estudio

El área objeto del presente estudio está relacionada con la reserva forestal central, ubicada en la Región Andina de Colombia. El área objeto del estudio se compone de las 3 partes siguientes:

- 1) La reserva forestal central es un área de 1.6 millón de há que se extiende en la dirección N-S, donde se ha llevado a cabo el estudio sobre la distribución de bosques y la situación de uso de la tierra a través de datos obtenidos por el satélite Landsat. (Se refiere a la Figura 1-3-1). El área objeto del presente estudio se denomina área de estudio.
- 2) Dentro del área de estudio hay un área prioritaria de aproximadamente 200 mil há, donde se han llevado a cabo la toma de fotografías aéreas, la preparación del mapa topográfico, y el establecimiento de las Guías del Plan de Manejo Forestal (de ahora en adelante guías). (Se refiere a la Figura 1-3-2). (Esta área prioritaria se llama área intensiva.)
- 3) Dentro del área intensiva hay 3 áreas que totalizan aproximadamente 20 mil há, donde se ha formulado el Plan Modelo de Manejo Forestal (de ahora en adelante Plan Modelo), a través de la investigación forestal, la investigación del suelo, la investigación socio-económica, etc. con el objetivo de construir casos modelo de implementación de las guías. Dicha áreas se llaman áreas modelo. Dichas áreas modelo se componen de la zona de los bosques nacionales de las crestas de la reserva forestal central (de ahora en adelante área modelo de Río Tapias), la zona de los bosques de conservación de aguas de la ciudad de Manizales (de ahora en adelante área modelo de Manizales) y la zona de bosques artificiales situada en las faldas de la reserva forestal central (de ahora en adelante área modelo de Pensilvania).

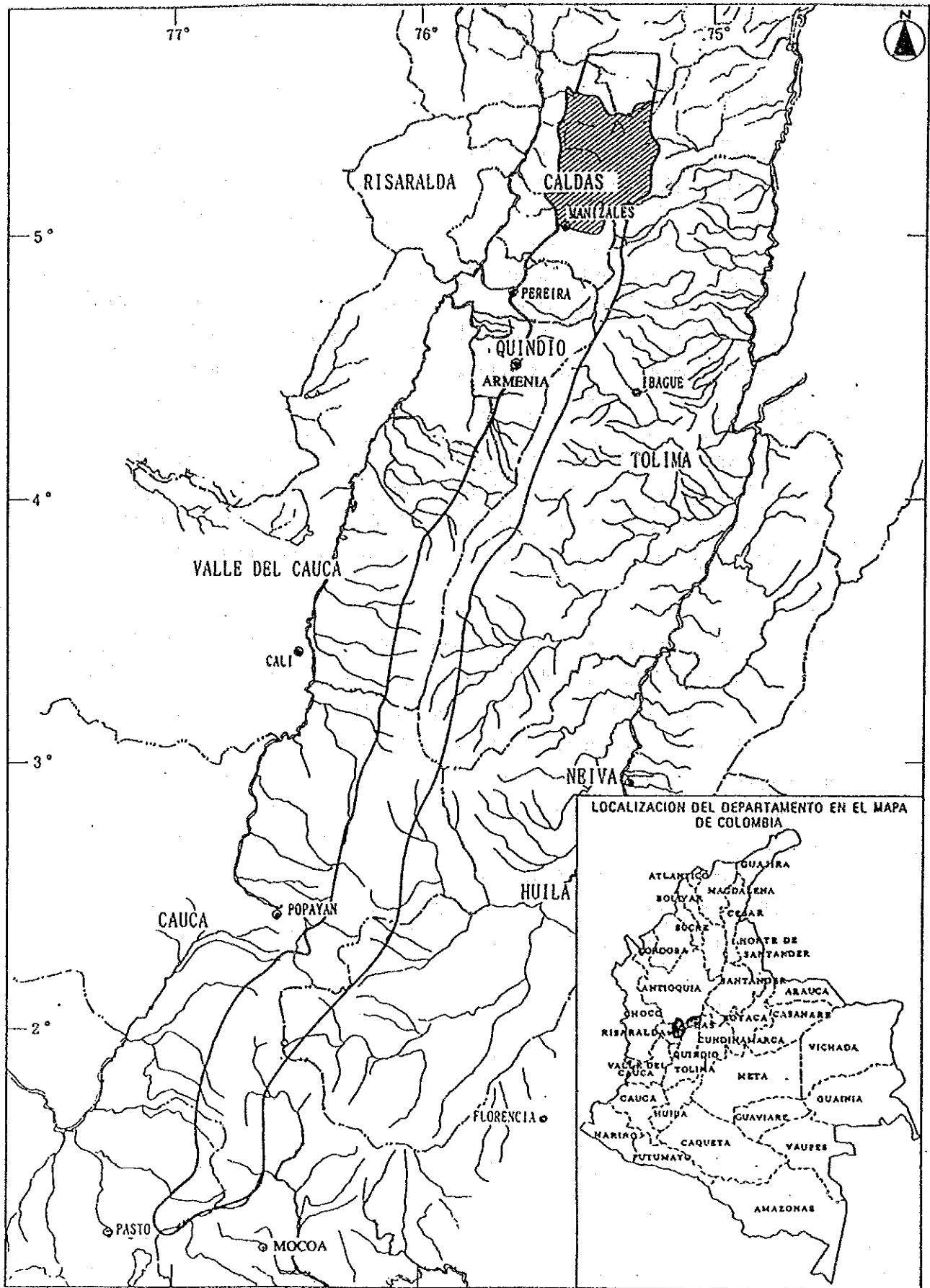


Figura 1-3-1 Area objeto del presente estudio

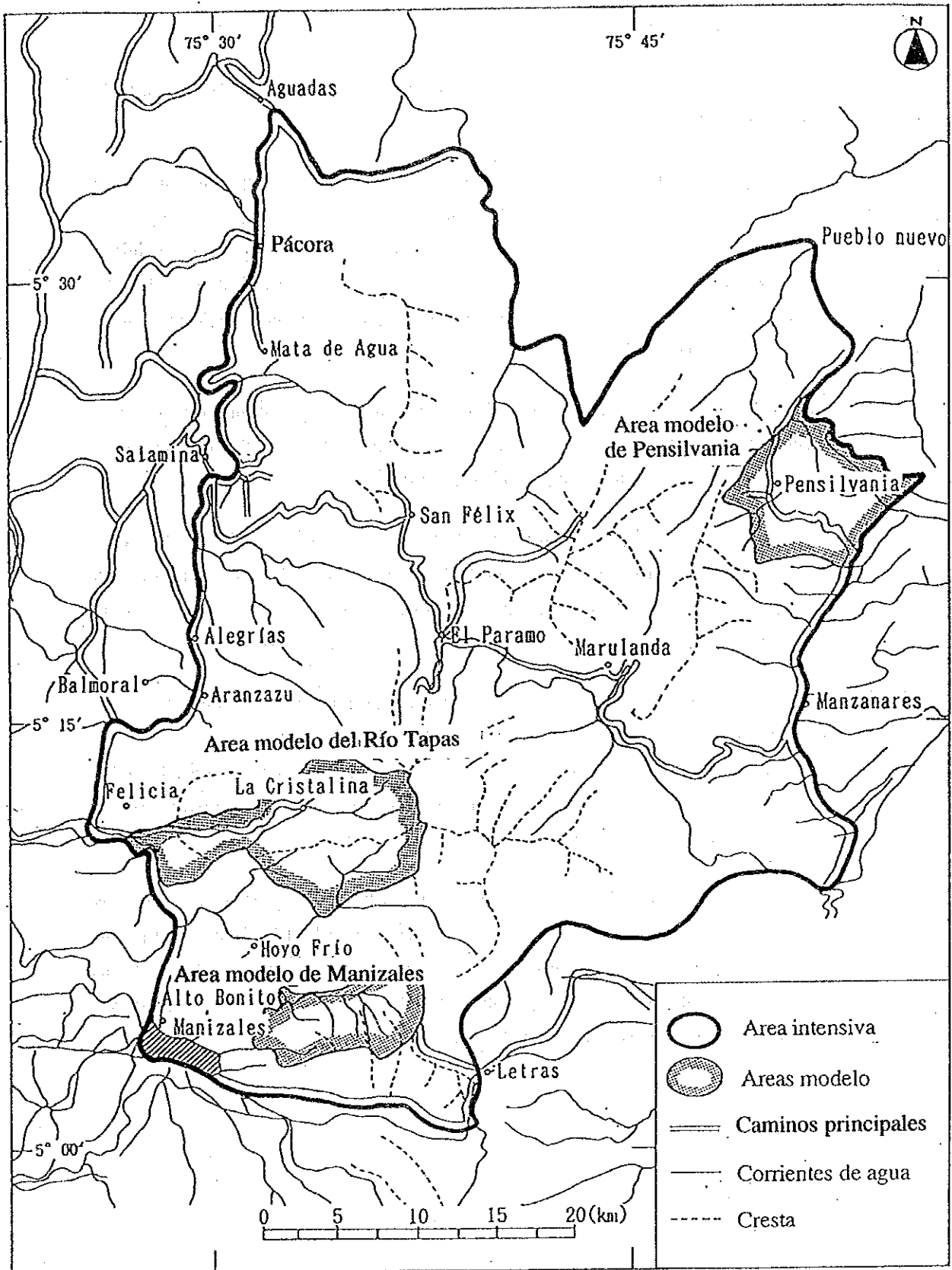


Figura 1-3-2 Area intensiva

1-4 Criterios básicos para ejecución de los estudios

Los criterios básicos que se mencionan a continuación han sido adoptados para la ejecución del presente Estudio:

- 1) Para la ejecución del Estudio se deben tomar en consideración la situación actual de la nación y del área objeto del estudio, así como la opinión y el deseo de las autoridades colombianas afines y de los habitantes locales. Además, se deben hacer esfuerzos para que se puedan redactar las guías y el plan modelo con contenidos ideales, que puedan satisfacer perfectamente las necesidades de la nación y de las comunidades locales.
- 2) Para la formulación de las guías y del plan modelo, se debe prestar atención especial a los impactos ecológicos, tomando además todas las medidas posibles para redactarlas de conformidad con las leyes colombianas.
- 3) Durante la ejecución de los estudios de campo, se deben tomar todas las medidas posibles para identificar precisamente la situación actual. En cuanto al análisis de las condiciones técnicas básicas, se deben movilizar todos los recursos disponibles para obtener el grado de precisión más alto posible.
- 4) Durante la etapa de investigación, la etapa de establecimiento de las guías y de formulación del plan modelo, etc., se deben llevar a cabo deliberaciones y discusiones oportunas con la institución contraparte colombiana (INDERENA) y las demás instituciones afines, con el objeto de promover la comprensión mutua y la coordinación de los trabajos.
- 5) Durante la ejecución de los trabajos de investigación y de formulación de los planes, se llevan a cabo esfuerzos para transferencia tecnológica al grupo de contrapartes colombianos, para que éstos puedan aprovechar la experiencia adquirida durante el desarrollo de este estudio, cuando se presente la ejecución independiente de trabajos similares en el futuro.

1-5 Contenido del Estudio

El contenido de los estudios ejecutados durante cada año se menciona a continuación:

1) Año fiscal de 1988 (enero a marzo de 1989)

(1) Toma de fotografías aéreas

La toma de fotografías aéreas (escala 1/20,000) del área intensiva fué ejecutada durante el año fiscal de 1988, y aproximadamente 50% del trabajo fué terminado hasta marzo de 1989.

(2) Trazado del mapa forestal básico

El levantamiento de los puntos de control y la nivelación necesarios para los trabajos cartográficos fueron ejecutados durante el año fiscal de 1988.

(3) Análisis por sensores remotos

El levantamiento de campo necesario para el análisis de los datos del satélite Landsat fué ejecutado durante el año fiscal de 1988.

(4) Investigaciones relativas al Plan de Manejo Forestal

Las investigaciones preliminares de campo, dentro de las investigaciones relativas al Plan de Manejo Forestal, fueron ejecutadas durante el año fiscal de 1988.

2) Año fiscal de 1989 (abril de 1989 a marzo de 1990)

(1) Toma de fotografías aéreas

El 86.5% del trabajo de toma de fotografías aéreas, cubriendo 1,730 km² del total de 2,000 km² objeto de dichas fotografías, fué ejecutado durante el año fiscal de 1989. Sin embargo, el trabajo no pudo ser realizado en los 270 km² restantes debido a las malas condiciones meteorológicas.

(2) Trazado del mapa forestal básico

① Se llevó a cabo la triangulación aérea del área intensiva.

② El trazado de los mapas de ciertas partes detalladas del área de estudio fué hecho como parte de los trabajos de trazado del mapa forestal básico, y el borrador cartográfico fué obtenido como resultado de esta labor.

(3) **Análisis por sensores remotos**

Los datos del satélite Landsat fueron analizados, y el informe de los resultados de análisis fué formulado.

(4) **Investigaciones relativas al Plan de Manejo Forestal**

① Los resultados de las investigaciones preliminares relativas al Plan de Manejo Forestal fueron resumidos en el Informe Progresivo I.

② Parte de las investigaciones finales relativas al Plan de Manejo Forestal fué ejecutada principalmente en el área modelo de Pensilvania, donde la toma de fotografías aéreas ya se habla terminado. Dichas investigaciones finales ejecutadas durante el año fiscal de 1989 se componen principalmente de investigaciones básicas.

3) **Año fiscal de 1990 (abril de 1990 a marzo de 1991)**

(1) **Trazado del mapa forestal básico**

El mapa forestal básico fué trazado a través de la reorganización y la puesta en limpio del borrador cartográfico trazado durante el año fiscal anterior. En cuanto a las áreas donde no se lograron tomar las fotografías, el mapa forestal básico ha sido trazado usando las fotografías existentes del IGAC y los mapas obtenidos a través de levantamientos anteriores (escala 1/25,000).

(2) **Investigaciones relativas al Plan de Manejo Forestal**

① Las investigaciones básicas relativas al Plan de Manejo Forestal se efecutaron principalmente en el área modelo de Rfo Tapias y el área modelo de Manizales. Dichas investigaciones se componen de estudios de campo.

② Los resultados de dichas investigaciones básicas y los resultados de las realizadas durante el año fiscal anterior fueron analizados en conjunto, el borrador primario de las guías y del Plan Modelo fué elaborado, y las conclusiones obtenidas, resumidas en el mapa forestal y en el Informe Progresivo II.

4) Año fiscal del 1991 (abril de 1991 a junio de 1992)

(1) Investigaciones relativas al Plan de Manejo Forestal

- ① La investigación para formulación del Plan de Manejo Forestal ha sido ejecutada, y el borrador secundario de las guías y del Plan Modelo ha sido elaborado.
- ② La verificación y deliberación se llevaron a cabo en Colombia, usando el borrador secundario como referencia.
- ③ Las guías y el Plan Modelo han sido formulados.
- ④ El mapa de suelos, el mapa de la guía de uso de tierras, el mapa del Plan Modelo de Manejo Forestal, y el registro de inventario forestal han sido trazados para el área modelo.
- ⑤ El Informe Final en borrador ha sido presentado.
- ⑥ El Informe Final ha sido formulado, basándose en los resultados de presentación del Informe Final en borrador.

La Figura 1-5-1 muestra el flujograma de los trabajos de investigación susodichos.

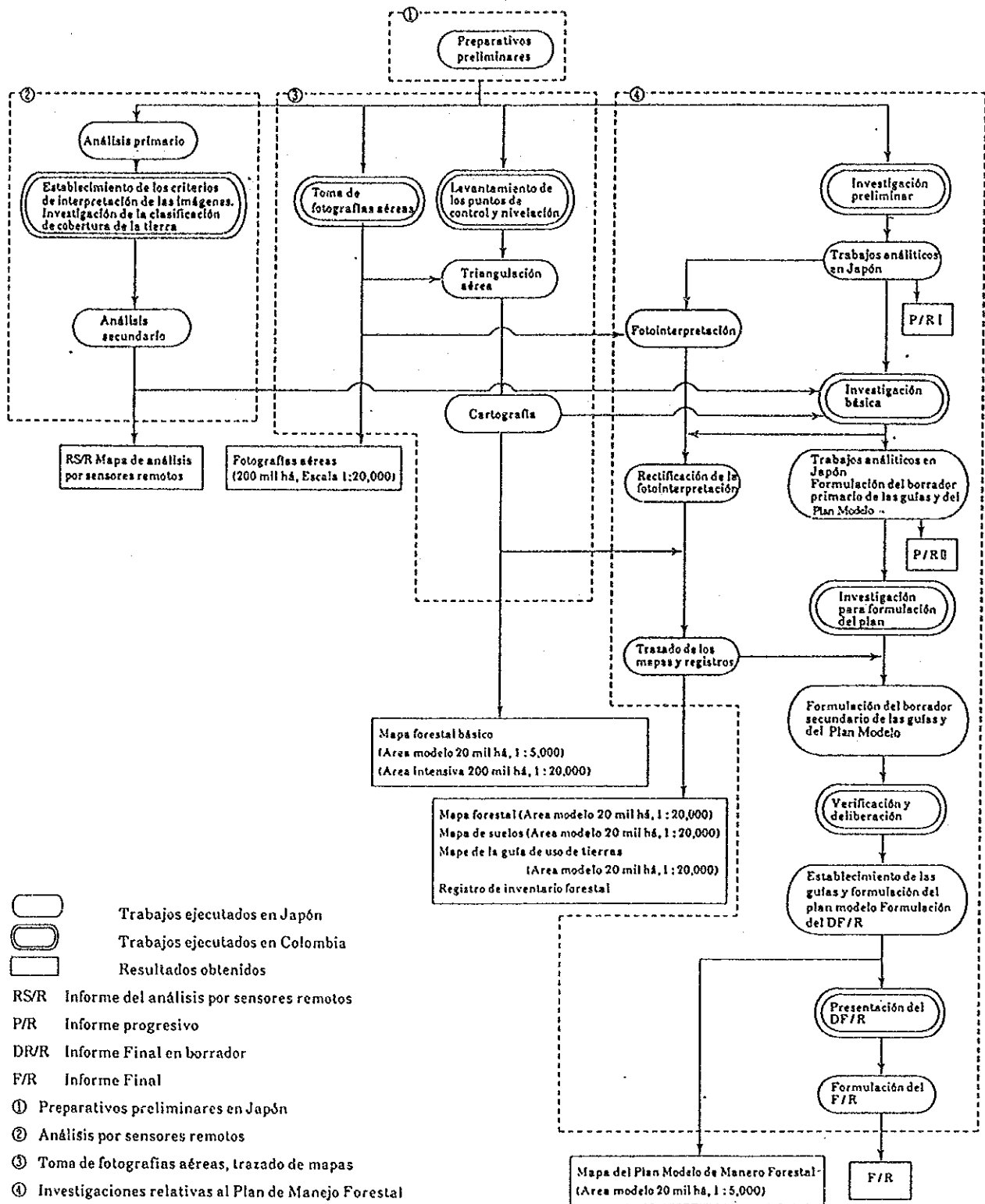


Figura 1-5-1 Flujograma de las investigaciones