

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO

Biblioteca Central
27 FNE 1999
R 701.3 Q 30
1997

**EVALUACION FINANCIERA DE LA PLANIFICACION PARA EL
APROVECHAMIENTO FORESTAL, EN SANTA CRUZ, BOLIVIA**

POR

ROBERTO CARLOS QUEVEDO SOPEPI



22 ENE 1998

RECIBIDO

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
CATIE
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN, ESCUELA DE POSTGRADO

✓ EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PLANIFICACIÓN PARA EL
APROVECHAMIENTO FORESTAL. SANTA CRUZ, BOLIVIA.

Tesis sometida a consideración del Comité Técnico Académico del Programa de
Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro
Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

Magister Scientiae

por

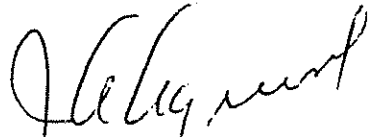
✓
ROBERTO CARLOS QUEVEDO SOPEPI

Turrialba, Costa Rica
1997

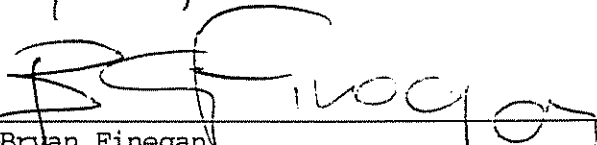
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

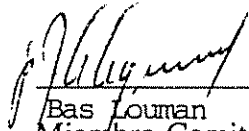
FIRMANTES:



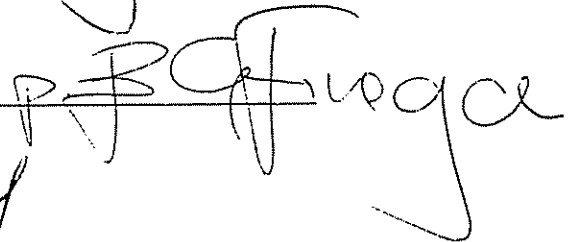
Juan A. Aguirre
Profesor Consejero



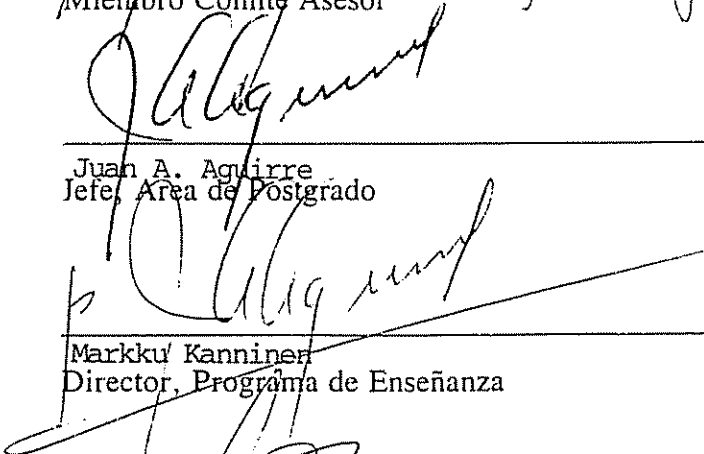
Bryan Finegan
Miembro Comité Asesor



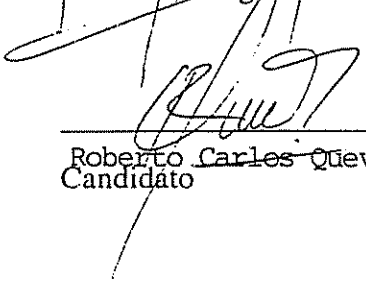
Bas Louman
Miembro Comité Asesor



Juan A. Aguirre
Jefe, Área de Postgrado



Markku Kanninen
Director, Programa de Enseñanza



Roberto Carlos Quevedo Sopepi
Candidato

DEDICATORIA

El presente trabajo, lo dedico a:

A Dios, por haberme dado la luz cada día, y haberme puesto en mi camino a todos los amigos que me ayudaron.

A mi linda hija, Jessenia Quevedo G, y mi esposa Margoth Goytia V, quiénes en la distancia me apoyaron con fe y esperanza que logré llegar a mi meta , lo que me permitió estudiar por dos años.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a:

A Costa Rica, y Turrialba, por la generosidad de su gente, y la amistad encontrada en sus calles y hacer que el tiempo sea lo más agradable, durante todo el periodo de estudios. A CATIE y en especial a la Escuela de Postgrado, institución que me acogió con los brazos abiertos y me brindó sus aulas llenas de amistad y el conocimiento mediante sus profesores, para que llene mi mente con los más sabios consejos y conocimientos.

A CHEMONICS, quienes confiaron y depositaron su fe en mi persona, lo que hizo realidad mi estadía durante los dos años de estudios.

A todos los profesores de CATIE, que dedicaron parte de su tiempo para transmitirme los diversos conocimientos que la vida y experiencia han sellado en sus vidas.

A la Empresa La Chonta Ltda. que me permitió llevar a cabo el estudio en su área de corte, tomando al pie de la letra mis recomendaciones, de forma muy especial a Pablo Antelo G., quien me apoyo incondicionalmente para realizar el trabajo.

Un especial agradecimiento a mis profesores consejeros: al Dr. Juan A. Aguirre por la amistad brindada y la confianza en el éxito del trabajo y el desarrollo del mismo, al Dr. Bryan Finegan quien me encamino durante todo el periodo y fue mi gran apoyo para desarrollar el tema, a Bas Louman por la guía en el armado del documento y las recomendaciones que fueron de mucha utilidad, a Justine Kent quien me introdujo al conocimiento de la economía forestal y las diversas intervenciones de sus comentarios.

A todos mis compañeros, quienes me apoyaron cada día, para que juntos podamos llegar al final de los dos años. De forma muy especial a Lilibeth Leigue, German Obando, Mireya Suazo y Mac Rony Henry, por ser quienes estuvieron cerca en todos mi momentos buenos y malos y me extendieron siempre una mano. Así mismo a Ana Rojas y Guadalupe Valenzuela que me apoyaron y brindaron su amistad.

Al personal Administrativo de CATIE, que se preocuparon para que mi estadía sea mas placentera y me brindaron siempre su colaboración. Muy especialmente al personal de la Biblioteca Orton, que no dudaron en darme siempre colaboración.

A FUNDECOR, y todos los técnicos responsables quienes me transmitieron todo sus conocimientos, para que desarrolle el trabajo de la mejor manera, en Bolivia.

A, mis abuelitos, Emiliano Quevedo y Sara Hurtado, mi mamá Elena Sopepi y mis hermanos, Maria y José Luis, y mi distinguido tío Lincoln Quevedo y familia, que me dieron su apoyo en la distancia, y siempre estuvieron pendientes de mi, hasta que lograr el éxito.

Al Dr. Erhard Dauber, que me guió durante la toma de datos en Bolivia, y con sus consejos oportunos hicieron que el trabajo sea un éxito.

Quevedo, S.R.C. 1997. Evaluación financiera de la planificación para el aprovechamiento forestal. Santa Cruz, Bolivia. Tesis Msc., Turrialba, C.R., CATIE.,82 p.

Palabras claves: Aprovechamiento forestal, modelo mejorado y sistema tradicional, Costos del aprovechamiento forestal, rendimiento del aprovechamiento, Costos unitario, Costo Variable.

RESUMEN

Siempre que se cuente con las condiciones apropiadas para las actividades de aprovechamiento forestal, estas pueden resultar sostenidos en términos ecológicos y económicos. Muchos afirman que ningún tipo de aprovechamiento se ha implementado de manera sostenida, calificándolo como un mito el concepto de manejo sostenido, más aún cuando este manejo está basado en recomendaciones técnicas de conservación, dejando de lado los aspectos de rentabilidad económica que los recursos pueden ofertar.

Este trabajo sostiene la tesis que la aplicación de técnicas, de aprovechamiento mejorado o de bajo impacto son económicamente rentables, así como ecológicamente aceptables, dado a la armoniosa conjugación de elementos técnico-ecológicos y criterios flexibles en su aplicación. La determinación de los aspectos de rentabilidad financiera en la aplicación del modelo mejorado de aprovechamiento, permite orientar las decisiones del manejo forestal, con lo que se logra determinar los mayores beneficios, a comparación del sistema tradicional, que se aplica en las empresas forestales, en Bolivia, donde la comercialización del producto en su mayoría, es como madera aserrada.

El área donde se realiza el estudio corresponde a un bosque húmedo sub tropical, en la zona de la Chiquitanía al Este de Bolivia, área que pertenece a una empresa maderera, que a implementado su plan de manejo. El volumen en m³ aprovechado por hectárea es mayor cuando se aplica el modelo mejorado, 3,04 m³/ha, mientras que el sistema tradicional se presenta muy bajo de 0,32 m³/ha.

El costo total por hectárea es menor en el sistema tradicional (8,93 \$US/ha) con respecto del modelo mejorado (17,24 \$US/ha) para la fase de pre-aprovechamiento. Resultando el modelo mejorado en un 90,05% mayor, al costo del sistema tradicional.

Los rendimientos de la transformación de madera en troza a madera aserrada, es donde el modelo mejorado muestra la efectividad del modelo, desde 9,80 % para el sistema tradicional a 43,37 % del modelo mejorado. El rendimiento del sistema tradicional en la fase de aprovechamiento y post aprovechamiento por hectárea de madera aserrada es mucho menor que el modelo mejorado, teniéndose una variación de 0,32 m³/ha a 3,04 m³/ha, respectivamente.

El costo variable por hectárea por sistema de extracción, considerando las tres fases (pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento) se presenta mas bajo para el sistema tradicional (92,14 \$US/ha) y alto para el modelo mejorado (184,59 \$US/ha).

Los ingresos por hectárea son mayores para el modelo mejorado (1 224,51 \$US/ha) y muy bajos para el sistema tradicional (128,89 \$US/ha). Dando por tanto una ganancia en patio de aserradero y como madera aserrada de 1 039,92 \$US/ha, para el mejorado y de 36,75 \$US/ha para el tradicional. Así mismo el retorno por cada \$US invertido es mayor en el modelo mejorado (5,63 \$US) y muy bajo para el sistema tradicional (0,39 ctv \$US).

Quevedo, S. R.C. 1997. Financial evaluation for forestry utilization planning. Santa Cruz, Bolivia. Thesis M.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 82 p.

Key words: Forestry utilization, improved model an traditional system, forestry utilization costs, utilization yields, unitary costs.

SUMMARY

As long the appropriate conditions for forestry utilization activities are available, these can result sustainable in ecological and economical terms. Many affirm that not any type of utilization has been implemented in a sustainable way, qualifying as a myth the concept of sustainable management, even more when this management is based on technical conservation recommendations, leaving out economic profitability aspects that the resources might offer.

This study believes that the application of improved or low impact atulization techniques are economically profitable, as qell as ecologically accepted, due to its harmonious conjugation of technical-ecological elements and flexible criterions in its application. The determination of financial profitableness aspects in the application of an improved utilization model, allows to orient forestry management decisions, archieving major benefits, compared to traditional systems applied in forestry entities in Bolivia, where most of the commercialization of the product is sawing wood.

This studi was carried out on a sub-tropical humid forest, in the zone of Chiquitania, east of Bolivia. This area belongs to a lumber enterprise, which has implemented this management plan. The volume in utilized cubic meter per hectare is larger when applying the improved model, 3,04 M³/ha, and very low 0,32 m³/ha, when using the traditional system.

The total cost per hectare is lower in the traditional system (8,93\$US/ha) with respect to the improved model (17,24\$US/ha) during the pre-utilization phase. Being the improved model cost 90,05% higher, than traditional system cost.

The yields of transforming wood logs into sawing wood, is where the improved model shows effectiveness, from 9,80% for traditional systems to 43,37% for the improved model. The yields for the traditional sysem in the pre-utilization and post-utilization phases per hectare on sawing wood is much lower than the improved model, showing a variation of 0,32 m³/ha to 3,04 m³/ha, respectively.

The variable cost per hectare for the extraccion system, considering the three phases (pre-utilization, utilization and post-utilization) is much lower for the traditional system (92,14 \$US/ha) and higher for the improved model (184,59 \$US/ha).

Income per hectare is higher for the improved model (1 224,51 \$US/ha) and much lower for the traditional system (128,89 \$US/ha). Obtaining a profit in sawmill and sawing wood of 1 039,93 \$US/ha for the improved model, and 36,75 \$US/ha for the traditional system. Likewise, the returning of each \$US invested in bigger in the improved model (5,65 \$US/ha) and much lower for the traditional system (0,39 \$US cents/ha).

CONTENIDO

	Página
Resumen	iv
Summary	v
Listado de Cuadros	ix
Listado de Figuras	xi
Listado de Anexos	xii
1. Introducción.	1
1.1 Objetivo general	4
2. Hipótesis	4
3. Revisión de literatura	5
3.1 El bosque húmedo tropical	5
3.2 Marco conceptual sobre manejo sostenible	6
3.3 Los aprovechamientos forestales	7
3.4 Relación bosque industria	11
3.5 El aprovechamiento tradicional	14
3.5.1 Actividades de pre - aprovechamiento	15
3.5.1.1 Selección y formación de grupos de monteo	15
3.5.1.2 Distribución y ubicación de grupos del bosque	15
3.5.1.3 Marcación y búsqueda de árboles	16
3.5.2 Actividades de extracción	16
3.5.2.1 Construcción de caminos	16
3.5.2.2 Corta de árboles	17
3.5.2.3 Arrastre de árboles	18
3.5.3 Post-aprovechamiento	19
3.5.3.1 Carga y transporte de Trozas al aserradero	19
3.5.3.2 Aserrado de trozas	20
3.6 El aprovechamiento mejorado	20
3.6.1 Planificación del aprovechamiento	22
3.6.1.1 Censo comercial	22
3.6.1.1.1 Planificación del censo comercial	22
3.6.1.1.2 Apertura de sendas	23
3.6.1.1.3 Sendeo, búsqueda y marcación de árboles	23
3.6.1.1.4 Inventario o censo comercial	23
3.6.1.1.5 Levantamiento de la información	24
3.6.1.1.6 Procesamiento de la información	24
3.6.1.2 Selección y marcación de árboles a aprovechar	24
3.6.1.3 Trazado de caminos y vías de arrastre	25
3.6.2 Operaciones de aprovechamiento	26
3.6.2.1 Construcción de diferentes tipos de caminos	26
3.6.2.2 Tala: limpieza, corta de árboles, y desrame	27
3.6.2.3 Arrastre de árboles a patios de acopio	28
3.6.2.4 Trozado de fustes en patios de acopio	28
3.6.3 Operaciones de post-aprovechamiento	29

	Página
3.6.3.1 Aprovechamiento de residuos	29
3.6.3.2 Mantenimiento de caminos	29
3.6.3.3 Muestreo diagnóstico	29
3.6.3.4 Tratamientos silviculturales	30
3.6.3.5 Protección del bosque remanente	31
3.6.4 Transporte y transformación de productos	31
3.6.5 Diferencias entre métodos de aprovechamiento	32
3.7 Costos	32
3.7.1 Elementos para el cálculo de costos	32
3.7.2 Costo por faenas o actividad	34
3.7.3 Costo de tramitología	35
3.7.4 Costos de las labores de pre-aprovechamiento	36
3.7.5 Costos de labores del aprovechamiento	36
3.7.6 Costo de operaciones post-aprovechamiento	36
3.7.7 Costo de administración, aserradero y carpintería de la empresa	37
3.8 Métodos para el estudio de costos y rendimientos	37
3.8.1 Medición de tiempos y movimientos	38
3.8.2 Registros de rendimientos por faenas	38
3.8.3 Recuperación de información de rendimientos y costos de operaciones pasadas	39
3.8.4 Elementos sobre estudios de tiempos, movimientos y producción	40
4. Materiales y métodos	41
4.1 Descripción general del área	41
4.1.1 Localización geográfica y extensión	41
4.1.2 Accesibilidad	41
4.1.3 Uso actual de la tierra	41
4.1.4 Tenencia de la tierra	43
4.1.5 Suelos y uso potencial	43
4.1.6 Topografía	43
4.1.7 Clima: temperatura y precipitación	43
4.1.8 Zona de vida y vegetación	44
4.1.9 Superficie total de la concesión y el bosque productor	44
4.2 Metodología para las actividades operativas	45
4.2.1 Aprovechamiento tradicional	45
4.2.2 Aprovechamiento mejorado	46
4.2.2.1 Planificación del pre-aprovechamiento	47
4.2.2.2 Operaciones de aprovechamiento	49
4.2.2.3 Operaciones de post-aprovechamiento	50
4.3 Resumen de información requerida para el análisis financiero del aprovechamiento forestal : tradicional y mejorado	50
4.4 Metodología para el análisis comparativo de los sistemas de aprovechamiento	52
5 Resultados y discusión	54
5.1. Análisis comparativo de la etapa del pre-aprovechamiento	54

	Página
5.1.1. En términos de rendimientos	56
5.1.2. En términos de costos unitarios	57
5.1.3. Costo equivalente de la materia prima	57
5.2. Análisis comparativo de la etapa de extracción (Aprovechamiento) y post- aprovechamiento	60
5.3. Análisis comparativo consolidado en los costos y ganancias unitarios para ambos sistemas	62
5.4. Volumen Vrs. Eficiencia : Análisis de sensibilidad y volumen de ingresos totales netos sobre costos variable	67
5.4.1. Análisis de sensibilidad del rendimiento y su efecto sobre la ganancia por peso invertido sobre el costo variable	67
5.4.2. Volumen de ingresos netos sobre costo variable	69
6. Conclusiones	73
7. Recomendaciones	74
8. Bibliografía Citada	75
9. Anexos	82

LISTADO DE CUADROS

Cuadro No		Página
1.	Algunos costos en la implementación y ejecución de planes de manejo, en Costa Rica.	6
2.	Resumen de los costos de las labores de aprovechamiento forestal, como base del manejo de bosques, en Bolivia	7
3.	Porcentaje de área afectada bajo diferentes métodos de aprovechamiento por daño de la corta y el arrastre, en Surinam	9
4.	Costo del sistema de aprovechamiento: controlado y convencional	10
5.	Volúmenes medios de madera extraída y daño causado por la extracción, en el proyecto piloto. Sabah, Malasia.	11
6.	Diagrama de flujo de las diferentes actividades para el aprovechamiento forestal	12
7.	Resumen de ventajas y desventajas de la aplicación del sistema tradicional y modelo mejorado de aprovechamiento	334
8.	Superficie en hectárea por tipo de bosque y su distribución porcentual	44
9.	Información requerida para el análisis financiero: tradicional y mejorado	51
10.	Rendimientos y costos unitarios de la etapa del pre-aprovechamiento	55
11.	Rendimientos y costos unitarios de las fases de aprovechamiento y post - aprovechamiento	61

Cuadro No		Página
12	Costos unitarios consolidados por sistema de extracción tradicional y mejorado	643
13	Comparación de los resultados económicos por sistema de aprovechamiento	64
14	Análisis de sensibilidad del rendimiento por hectárea en M ³ de madera aserrada, al elevar los volúmenes del sistema tradicional	68
15	Análisis de sensibilidad del rendimiento por hectárea en M ³ de madera aserrada, al reducir el volumen del modelo mejorado	68

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1 Mapa ecológico de Bolivia	2
Figura No. 2 Mapa de ubicación el área de estudio, en la concesión forestal La Chonta Ltda, Santa Cruz, Bolivia	42

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1a. Mapa de ubicación de árboles a cortar, Bloque 1997 (1 500 ha). La chonta, Santa Cruz, Bolivia.
- Anexo 2a. Resumen de los rendimientos de la búsqueda de árboles y censo comercial, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.
- Anexo 3a. Resumen de los rendimientos para la reapertura y construcción de caminos, bajo el sistema tradicional y el modelo mejorado.
- Anexo 3b. Resumen de los rendimientos de la corta de árboles, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.
- Anexo 3c. Resumen del rendimiento del arrastre de trozas, bajo el sistema tradicional y el modelo mejorado.
- Anexo 3d. Rendimiento de la transformación de madera en troza a madera aserrada por especie, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.
- Anexo 4a. Costos Unitarios de la Producción bajo el Sistema Tradicional en 16 000 ha, para la gestión 1996.
- Anexo 4b. Costos Unitarios de Producción bajo el Modelo Mejorado: Pre-aprovechamiento y Administración en 1 500 Ha, para la gestión 1997.
- Anexo 4c. Costos Unitarios del Aprovechamiento para la Producción bajo el Modelo Mejorado en 250 Ha, para la gestión 1997.

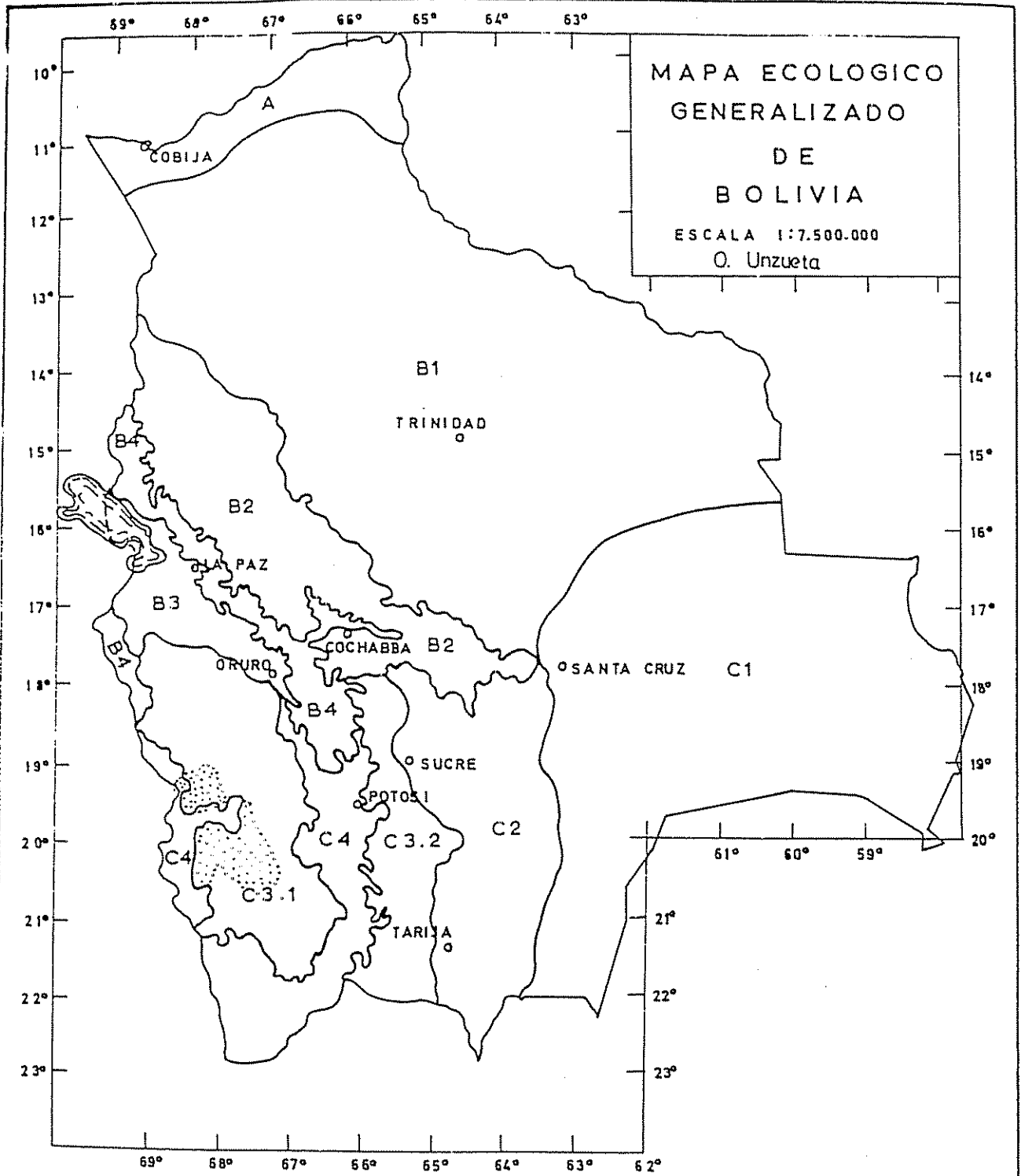
1. INTRODUCCIÓN.-

El área total de Bolivia es de 1 098 581 km², la cual posee gran diversidad climática, fisiográfica y, por lo tanto, ecológica. Aproximadamente 500 000 km² están formadas por bosques naturales, cuyo volumen de madera se calcula en 603 millones de metros cúbicos. La formación ecológica más importante, por su extensión y clima favorable (Figura 1.), es el bosque húmedo subtropical, que cuenta con alrededor de 217 800 km² (24,74% del total del país). Comprende, principalmente, los departamentos de La Paz, Santa Cruz y Beni. En éstos bosques se encuentran especies valiosas como *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (mara), *Virola* sp., *Cordia* sp., *Cariniana estrellensis* (yesquero negro), *C. domestica* (yesquero blanco), *Hura crepitans* (ochoó), *Hymenaea coubaril* (paquió), y *Schizolobium parahibum*, (serebo). La especie más cotizada y aprovechada es *Swietenia macrophylla*, localmente, conocida como mara.

La intervención de los ecosistemas es necesaria e inevitable. La misma define su intensidad, de modo que se garantice una utilización continua y perpetua de los recursos, sin provocar degradaciones irreversibles del ambiente biológico y físico.

En Bolivia, como en muchas partes de América Tropical, los bosques tropicales, han sido y siguen siendo considerados como minas, debido a que sólo se suelen aprovechar las especies valiosas económicamente, en el mejor de los casos. En el peor de los casos, después de la extracción, estos sitios son abandonados o destinados a otros usos, procesos que amenazan con agotar las áreas de bosque tropical (IUCN, PNMA, WWF 1989).

Ante la amenaza de la desaparición de bosques, en varios países de América Tropical, se ha iniciado la aplicación y fomento del manejo sostenible; no obstante, sin considerar la puesta en práctica y darle seguimiento y control (De Camino 1990). Además, lo anterior se ha visto complicado por hecho de que las entidades estatales y de investigación han transformado los diferentes modelos de planes de manejo en instrumentos tan complicados técnicamente, en la mayoría de las veces resulta inútil o impráctica.



REFERENCIAS

A.-REGION TROPICAL

A.- Región tropical de tierras bajas

B.- REGION SUBTROPICAL

B1.- Región subtropical de tierras bajas

B2.- Región subtropical de tierras de valles

B3.- Región subtropical de tierras altas

B4.- Región subtropical Andina

C.- REGION TEMPLADA

C1.- Región templada de tierras bajas

C2.- Región templada de tierras de valles

C3.- Región templada de tierras altas

C4.- Región templada Andina

Figura 1. Mapa Ecológico de Bolivia

En Bolivia, las actividades de aprovechamiento de los bosques, por parte de empresas privadas, en general, son realizadas sin una planificación coherente, pues resulta muy cómodo para éstas, el tan solo aprovechar los recursos maderables, de manera selectiva. Debido a las grandes extensiones de las concesiones forestales, las cuales oscilan entre 50 000 y 250 000 ha. usualmente los recursos forestales se consideren como inagotables.

En la actualidad existen, en la región, 89 empresas registradas, que cuentan con el 91,1% de su capacidad real instalada para el aserrío con un aprovechamiento selectivo entre 1 y 10 m³ / ha. A la fecha, no se conoce que alguna de estas empresas haya aplicado algún sistema mejorado en el aprovechamiento de sus recursos (Superintendencia Forestal, 1996).

Uno de los argumentos que esgrimen muchos empresarios, en favor del bajo aprovechamiento, es que existen pocas especies comerciales en la actualidad y, que éstas a su vez, se encuentran distribuidas por toda el área, para lo cual es preciso construir mayor cantidad de caminos, actividades que encarecen el aprovechamiento forestal. En consecuencia existe la tendencia a extraer sólo las especies más valiosas, dentro de las llamadas comerciales.

Los empresarios también creen, que la protección del ambiente significa, necesariamente, medidas muy costosas que los llevarían a la banca rota. Lo anterior, aunque es una percepción generalizada, no es totalmente cierta, de acuerdo con la experiencia de quienes han llevado a cabo planes de aprovechamiento completos y han realizados las operaciones según se especifica en ellos. En este sentido, se han obtenido buenos resultados en términos económicos, de esta forma no sólo es posible mejorar el control de las explotaciones y reducir el impacto ambiental sino también disminuir los costos y aumentar los beneficios (Dykstra y Heinrich 1996). Por algunas de las razones antes expuestas, muchos empresarios no consideran la implantación de planes de manejo, y menos aún, aplicar modelos de aprovechamiento mejorado ya que creen que esa clase de aprovechamiento es poco práctico y requiere mayor inversión, debido a la mayor planificación para la extracción de madera.

El presente trabajo, se desarrolló en La Chonta Ltda. en Santa Cruz, una empresa que posee 100 000 ha. en concesión. En la actualidad ésta implementó su plan de manejo, al interior de su área de corta y que considera de un ciclo de corta de 30 años, con áreas anuales de aprovechamiento (AAA) de 2 500 hectáreas.

El trabajo fue realizado en 1 500 ha, como parte complementaria al AAA que la empresa se encontraba ejecutando bajo el sistema tradicional; es decir, el ensayo se realizó en un área destinada al aprovechamiento, ejecutándose en condiciones normales, pero bajo el modelo mejorado. En ese momento, la empresa se encontraba en transición a la nueva legislación forestal boliviana, puesta en ejecución durante 1997.

El trabajo espera poder producir información económica, relacionada con rendimientos y costos, para grandes superficies, que permita planificar y cuantificar los diferentes procesos del manejo, y en consecuencia, brindar, a los empresarios bolivianos, una base más sólida para la toma de decisiones en relación con el manejo sostenible de sus explotaciones.

1.1 Objetivo general

Determinar la factibilidad financiera de la planificación y ejecución del modelo mejorado, y compararlos con los resultados obtenidos con la aplicación el sistema tradicional. Tratar de determinar cual de los dos es más rentable para la empresa.

2. HIPÓTESIS

La aplicación del modelo mejorado para el aprovechamiento, permite obtener un volumen mayor y de mejor calidad con un aumento de la eficiencia y en el rendimiento, y una reducción en los costos del aprovechamiento por hectárea, en comparación con el sistema tradicional. En consecuencia se aumenta la rentabilidad del aprovechamiento de los bosques concesionados.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El bosque húmedo tropical

La alta diversidad florística, que presentan los bosques tropicales, hace que sean considerados como los ecosistemas más ricos y dinámicos del planeta, por las diversas interacciones que ocurren al interior de los mismos, siendo este funcionamiento, lo que da la condición de sostenible (Whitmore 1984; Ashton *et.al* 1980). Investigadores como Schmidt (1986), Hutchinson (1989) y Finegan y Sabogal (1988) consideran que su alta diversidad no resulta un obstáculo para el manejo de bosques, si las especies son agrupadas en función de sus características ecológicas y comerciales.

Las perturbaciones son clave en la dinámica de los bosques y deben considerarse al planificar el manejo del bosque (Lombardi 1989; Lamprecht 1990; Whitmore 1991; Hartshorn 1980).

El manejo de los bosques, bajo el concepto de rendimiento sostenible, se concibe como la utilización de los mismos sin destruirlos y produciendo continuamente, sin que se agoten. Para ello, se manejan los siguientes conceptos básicos:

a) Productividad : está sujeta a mantener o aumentar el nivel de producción de los bosques, sean productos maderables o no maderables.

b) Sostenibilidad : dado a los conceptos de conservación como base de los recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, en busca de asegurar la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras (FAO 1991).

3.2 Marco conceptual sobre manejo sostenible

Según, De Camino y Valerio (1992), el manejo forestal está constituido por la planificación a mediano y largo plazo de las empresas forestales, donde se incluye dos componentes elementales: a) la planificación silvícola y b) la económica, donde se busca la interrelación de ambas, mediante el uso racional de los diferentes productos del bosque.

La planificación silvícola, responde a la ordenación del bosque para la obtención continua y permanente de los bienes y servicios que demanda la sociedad. En este caso, se toma en cuenta las limitaciones que imponen las características ecológicas del ecosistema forestal y las técnicas silviculturales disponibles.

La planificación económica, le permite a las empresas tomar decisiones viables entre las diferentes aplicaciones técnicas, de mano de obra y capital disponible.

En evaluaciones económicas de planes de manejo en bosques en fincas privadas de Costa Rica, con extensiones promedio de 50 ha, Méndez (1996), encontró que los rubros de aprovechamiento, transporte y administración representan los mayores porcentajes de gasto (Cuadro 1). Por tanto, el poder manejar más eficientemente estos rubros, reduciendo su incidencia en la estructura de costos, se esperaría derive en un mejoramiento de los ingresos a los propietarios.

Cuadro 1 Algunos costos en la implementación y ejecución de planes de manejo, en Costa Rica.

Rubros	Costo Prom. m ³ /finca (colones)	Porcentaje (%)
Tramitología	809	16
Planes de aprovechamiento	5 64	11
Procesos de aprovechamiento	3 551	73
TOTAL	12 906	100

Fuente: Méndez 1996

En labores similares en Bolivia, Peña (1996), encontró altos costos en la planificación de censos comerciales mejorados (Cuadro 2), por lo tanto, resulta relevante la propuesta de

investigación como una forma de reducir los costos de las labores de aprovechamiento como base par mejorar la rentabilidad global del sistema.

Entre los factores más importantes, que contribuyen a los altos costos, están : falta de organización de las actividades, escaso apoyo técnico y bajo control de la mano de obra durante el proceso. Estos tres elementos hacen que este rubro haya llegado a representar el 12,9% del total del costo del aprovechamiento.

Cuadro 2 Resumen de los costos de las labores de aprovechamiento forestal, como base del manejo de bosques, Bolivia.

Operaciones	Bs. / m3	Bs. /ha	Total Bolivianos	Total Dólares *	Porcentaje (%)
Delimitación apertura de sendas	2,88	6,50	2 600	520	8,37
Censo comercial	4,43	10,01	4 005	801	12,9
Marcación de árboles	3,06	6,92	2 769,8	553,86	8,92
Corta y desrame	3,86	8,72	3 489,85	697,97	11,24
Apertura de caminos	3,80	8,60	3 440	688	11,08
Arrastre	16,31	36,86	14 742,75	2 948,55	47,48
TOTAL	34,34	77,62	31 047,39	6 209,478	100

Fuente: Peña 1996

SUS 1 = a 5 Bs.

3.3 Aprovechamientos forestales

El plan de manejo forestal, debe identificar los diferentes factores que van a regular la utilización del bosque, a fin de que su utilización sea más eficiente. El objetivo del aprovechamiento es poder extraer la mayor cantidad de productos, de buena calidad, al menor costo y causando la mínima alteración del ambiente (Cordero 1987).

Para que el aprovechamiento de bosques tropicales contribuya al desarrollo sustentable, es esencial que las actividades asociadas en el mismo, no comprometan de forma irreversible la capacidad del bosque para seguir suministrando productos maderables y no maderables,

servicios ambientales, beneficios sociales y valores globales, que son de importancia y bienestar para las generaciones actuales y futuras (Dykstra y Heinrich 1992, 1996).

Las operaciones de aprovechamiento deben realizarse de tal manera que no degraden los recursos. Como por ejemplo en la corta, se debe tomar en cuenta la dirección de caída de los árboles, las distancia óptimas para el arrastre de fustes y una buena distribución de los caminos y vías de arrastre. Estas operaciones deben dejar al bosque en una condición tal que fomente su rápida recuperación a su estado original o algún otro estado deseable en términos silviculturales y ecológicos. La planificación de la explotación maderera forma parte de la ordenación forestal, que su vez es un componente del manejo forestal general. Los planes de aprovechamiento pueden ser dos tipos: estratégico y táctico.

El plan estratégico es un programa a largo plazo que prepara el equipo de planificación forestal, en relación con la concesión forestal en su conjunto. Se debe delimitar las zonas no aprovechables, dividir el bosque que se va a aprovechar en áreas anuales de corta y diseñar el sistema de transporte. Por su parte, en el plan táctico, el equipo es directamente responsable de supervisar las operaciones de aprovechamiento, en un plan a corto plazo (FAO 1996).

La planificación general del aprovechamiento es fundamental para el establecimiento del marco general, de manera que puedan aplicarse prácticas sostenibles de aprovechamiento, y para conciliar la necesidad de un control técnico más estricto durante las operaciones de aprovechamiento con la de reducir su costo (Dykstra y Heinrich 1996).

En la actualidad, en el trópico americano, existen al menos dos grupos de métodos de aprovechamiento forestal : el tradicional y el mejorado o de bajo impacto (Meza 1994).

Henderson (1990), ha realizado algunos ensayos en Surinam, con el fin de cuantificar la reducción de daños bajo diferentes métodos de extracción. Los resultados muestran una reducción de casi el 50% de los daños aplicando una extracción controlada (Cuadro 3), y una reducción del 16% en los costos (Cuadro 4).

Cuadro 3 Porcentaje de área afectada bajo diferentes métodos de aprovechamiento por daño de la corta y el arrastre, en Surinam.

Método de extracción	Area (ha)	Promedio de área afectada por la corta				% área afectada por el arrastre con tractor de ruedas Skidders.			
		No, de aperturas	% área abierta	área abierta (m ²)	DBH (*) (cm)	Trocha principal	Trocha secundaria	Abertura por arrastre	área abierta (ha)
Aprov. convencional	40	112	13,95	248,4	62,4	4,9	5,65	4,7	15,25
Aprov. controlado (**)	20	61	7,35	120,8	59	1,2	4,8	1,25	7,25
Aprov. controlado	20	73,5	6,4	114,5	52,9	2,05	3,9	0,95	6,9
Aprov. controlado (***)	30	6,35	6,8	140,5	61,9	1,85	4,64	0,5	5,5

(*) diámetro medio de árboles; (**) con dirección de caída; (***) con winche

Estos ensayos demostraron, que el aprovechamiento planificado, no sólo disminuye los daños al bosque, sino que también aumenta la eficiencia, con la consecuente disminución en los costos.

En los aprovechamiento mejorados los tractores forestales (Skidder), atraviesan el bosque, desde el camino principal o secundario hasta llegar al árbol cortado, (500 m a un máximo de 800 m de distancia) para luego arrastrarlo hasta el patio de acopio, con la ayuda del winche, entre algunas de las técnicas mejor destacadas por los autores.

Cuadro No. 4 Costo del sistema de aprovechamiento: controlado y convencional

Costo por categoría	Sistema de aprovechamiento :	
	Aprovechamiento controlado	Aprovechamiento convencional
m ³ / día		
pre planificación	0,07 ✓	n.a (*)
planificación	0,10 ✓	n.a
corta	0,08 ✓	0,07
preselección	0,02 ✓	0,05
arrastre	0,04	0,06
Total	0,31	0,18
m ³ / hr de máquina		
corta	0,37 ✓	0,20
preselección	0,07	n.a
arrastre	0,16	0,39
\$US/ m ³ (**)		
mano de obra	6,20	3,60
corta	1,85	1,00
preselección	4,20	n.a
arrastre	8,00	19,50
Total	20,25	24,10

(*) n.a : el sistema convencional no ejecuta

(**) precios en 1988: obreros 20 SUS/día; motosierristas 5 SUS/ h; skidder 50 SUS/hora; Tractor de oruga 60 SUS/hora

La empresa Mil Madeireira Itaoutiana, ubicada en Manaus, Brasil la cual utiliza un enfoque industrial de aprovechamiento, estimó que el costo total del traslado de trozas al aserradero bajo el sistema controlado (incluyendo el inventario y la planificación antes de la corta) es de 20 - 25 \$US / metros cúbicos. Una de las características de este sistema es el alto grado de planificación que acompaña todo el proceso de extracción forestal (Sarre *et.al* 1996).

Otros trabajos realizados en Sabah, Malasia, (Cuadro 5). han demostrado también que la aplicación de técnicas de extracción de impacto reducido, llega a reducir considerablemente la exposición del suelo y el tamaño de la masa residual (OIMT 1996).

Cuadro 5 Volúmenes medios de madera extraída y daño causado por la extracción, en el proyecto piloto. Sabah, Malasia.

	Aprovechamiento convencional	Aprovechamiento de impacto reducido
- Número de árboles extraídos por hectárea	13,6	8,8
- Volúmenes de madera extraída (m ³ /ha)	152	103
- Proporción del área con alteración del suelo	0,17	0,07
- Densidad de trochas de arrastre (m/ha)	199	67
- Proporción de árboles destruidos durante la corta (5 - 60 cm dap).	0,41	0,15
- Densidad de árboles no dañados de dipterocarpáceas (5 - 20 cm dap)	49	104

Fuente : Pinard *et. al* 1995

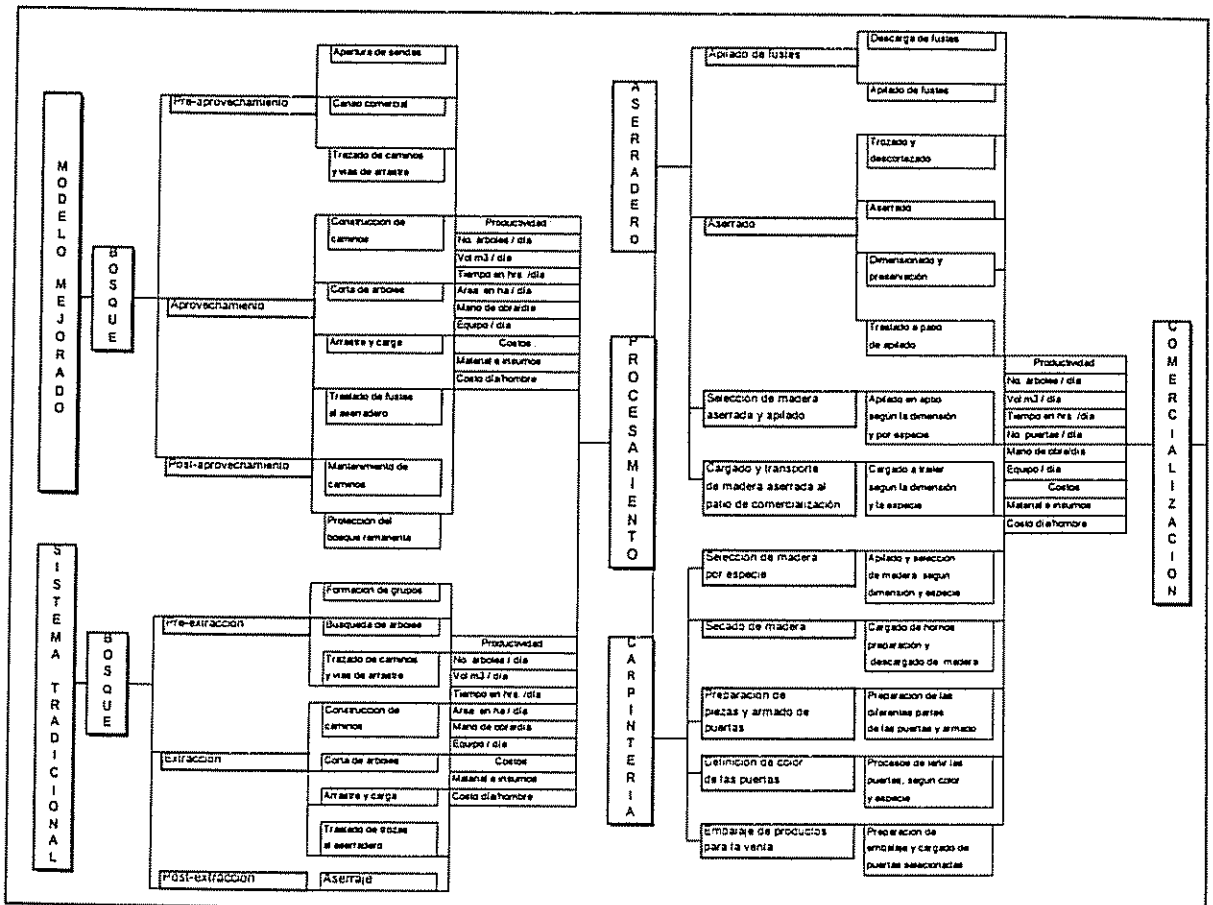
Entre los beneficios encontrados, en Malasia, se puede señalar que la cantidad de trochas necesarias para la extracción disminuyen los costos de arrastre, en un 80%; es decir, de 98,42 \$US/ha a 78,74 \$US/ha. Esta disminución en los costos de arrastre se debe al aumento del 20% en la productividad por la planificación y ubicación racional de las trochas y la tala de los árboles en dirección a las trochas.

La reducción en el daño causado por la corta de 15 a 20 árboles por hectárea, llevaría a un ahorro de 7,5 m³/ha de volumen de madera comercial. Con esto podría esperarse, además, un crecimiento adicional de estos árboles de alrededor de diez metros cúbicos por hectárea, durante un periodo de 25 años, del cual se podría recuperar un 70 % (siete metros cúbicos por hectárea) como madera comercial (OIMT 1996)

3.4 Relación bosque industria

En la corta, extracción y transporte, la mano de obra y el uso de maquinaria se convierte en costos que juegan un papel importante. El manejo que se haga de estos factores de producción (Cuadro 6) repercute fuertemente en la rentabilidad final del proceso de producción o extracción de madera (FAO 1974).

Cuadro 6 Diagrama de flujo de las diferentes actividades para el aprovechamiento forestal.



Los factores que influyen en la producción y en los costos de las operaciones de explotación de madera pueden ser agrupados de la siguiente manera:

Clima, ejerce influencia sobre la producción y el costo y no se puede controlar.

Condiciones socioeconómicas, están relacionadas con el entorno operativo de las empresas y, por lo tanto, pueden influir en los resultados finales. Se incluye la mano de obra, conocimientos técnicos, motivación, situación de empleo, condiciones económicas de la región y nación, etc.

Técnica, método y equipo de trabajo, que están ciertamente influenciados por la situación socioeconómica de la empresa y de los cuales hay muchos disponibles.

En estudios realizados en países tropicales (Ghana, Camerún, Indonesia, y Malasia) las mediciones en alrededor de 100 árboles, indicaron que en término medio, las trozas extraídas

representan cerca del 54 por ciento del volumen total de madera cortada. Este rendimiento menor, probablemente, se da por la baja calidad de las trozas, en comparación con la alta calidad de madera aserrada producida. Esto ilustra la gran influencia que tiene la calidad de las trozas y la madera en el rendimiento del procesado (Noack 1995).

Uno de los principales problemas que tiene la industria es la falta de planificación en los procesos de abastecimiento de materia prima de forma oportuna, en cantidad y calidad para asegurar la continuidad del proceso industrial y costos variables. El Cuadro 6 muestra el diagrama de flujo de las diferentes actividades. En el caso de las industrias, a medida que crece el capital invertido en costos fijos y compromisos de venta de importantes volúmenes de productos terminados, la planificación del abastecimiento crece en importancia.

Aunque la planificación implica gastos iniciales mayores, puede ayudar a evitar muchos problemas y reducir mucho los costos totales, al disminuir los desperdicios y mejorar la eficiencia de las operaciones (Dykstra y Heinrich 1992).

Trabajos realizados en Paragominas, estado de Pará, Brasil, pusieron de manifiesto que los métodos de explotación de los recursos madereros de la región, ya sea en los bosques y las fábricas, desperdician innecesariamente grandes volúmenes de madera. Detectándose trozas cortadas, pero abandonadas y árboles jóvenes de valor comercial destruidos sin necesidad. En las fábricas, los desechos se producían por degradación de las trozas durante el almacenamiento y el espesor excesivo de la madera aserrada. En operaciones convencionales de corta, el 26 % de los árboles antes existentes se destruyen o dañan y la cubierta forestal se reduce al 50% (Uhl y Vieira 1989).

Existen dos causas principales para la pérdida de madera en la extracción. Por ejemplo, en la corta, los tractoristas generalmente no encuentran los árboles. Se pierde un promedio de 6,6 m³/ha, lo que supone un árbol por hectárea y hasta el 20 por ciento de los 30 m³ de madera extraídos, normalmente por hectárea. Mientras que en una extracción planificada, los planos del rodal indica la situación de los árboles maderables, junto con la señalización de las pistas de arrastre, lo que permite recuperar todos los árboles cortados (Gerwing *et.al*, 1996).

La eficiencia en la transformación de los troncos en productos acabados, puede repercutir notablemente sobre la superficie forestal necesaria para satisfacer la demanda. Del volumen total de materia de un tronco típico, menos del 35 por ciento se transforma en madera aserrada. Esto por causa del uso de maquinaria inadecuada u obsoleta en las fábricas, lo que reduce la eficiencia en la elaboración de madera aserrada. Maquinaria de más calidad puede mejorar la exactitud del aserrado y elevar la eficiencia entre 3 al 5 por ciento. La aplicación de medidas técnicas y tecnológicas puede aumentar en su conjunto la eficiencia del 35 al 60 por ciento en el aserrado (Gerwing *et.al* 1996). Al eliminar la pérdida de madera de los árboles cortados y no recuperados y las prácticas viciosas de corta y troceo, indudablemente el volumen de madera por cada hectárea explotada puede aumentar en un promedio de 8,3 m³.

3.5 Aprovechamiento tradicional

En muchas ocasiones las operaciones de aprovechamiento se realizan sin un plan formal y escrito, lo que dificulta su coordinación e imposibilita su control. Debido a esto, la densidad de caminos forestales es mayor de lo necesario, lo cual acelera la erosión del suelo, incrementa la sedimentación en los cursos de agua y aumenta innecesariamente el costo de la construcción y mantenimiento de los caminos forestales, así como del transporte (Dykstra y Heinrich 1996).

El sistema tradicional de extracción de madera, puede describirse como explotación desordenada del bosque, que no sólo despilfarra madera útil, sino que reduce la capacidad productiva futura del bosque.

Los operadores de motosierra, son quienes toman las decisiones de cortar los árboles. Ellos apenas han recibido formación en corta, su jornal depende del volumen o troncos cortados, lo que se traduce a que un trabajo rápido se paga mejor, que el trabajo cuidadoso. Por otra parte el arrastre de las trozas, se realiza varios días después de la corta, pues aunque operadores de motosierras y tractoristas viven en el mismo campamento, muchas veces no parece haber comunicación entre ellos, de la situación de los árboles cortados (Gerwing *et.al* 1996).

El aprovechamiento de los bosques tropicales, para cada empresa en especial en Bolivia, tienen una forma particular de operar, en cuanto a procesos de planificación y forma de pago. Esta forma tradicional es la más criticada, por causar daños graves a los ecosistemas y por falta de planificación.

Entre las diferentes operaciones que se deben tomar en cuenta, en los planes de manejo, se tiene tres grupos: pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento (Sabogal *et. al* 1993).

3.5.1 Actividades de pre-aprovechamiento

La planificación de la extracción se inicia después de que se toma la decisión de aprovechar el bosque. Comienza, con la ubicación de una zona donde pueda haber la suficiente madera, de una o más especies. Posteriormente se contrata el personal requerido, pero generalmente poco capacitado, para la búsqueda o ubicación y corta de árboles.

3.5.1.1 Selección y formación de grupos de moneo

Esta actividad, esta referida a la selección de personal y su contratación. Se forman los grupos de trabajo, generalmente entre 12 y 14 personas, a cargo de un jefe de grupo, y se divide en subgrupos de dos personas. Los subgrupos son responsables de la búsqueda de árboles, en una zona predeterminada para cada grupo y subgrupos. No obstante estas personas tienen poca experiencia en la búsqueda de árboles y a veces ni reconocen las especies forestales, por lo cual provocan pérdida de tiempo e inversión pues es necesario muchas veces prepararlos y reiniciar las labores.

3.5.1.2 Distribución y ubicación de grupos en el bosque

Una vez que los grupos han sido formados, son distribuidos sobre una determinada zona, generalmente, sobre algún camino o brecha antigua o nueva, preparada para el efecto. Generalmente, las empresas cuentan con cuatro a cinco grupos, de acuerdo con la superficie que se abarcará durante el periodo fijado.

La falta de conocimiento del área o concesión y una buena ubicación del sitio, no permite un trabajo ordenado en relación con el potencial productivo del bosque, así también para la construcción de caminos y vías de arrastre, durante la etapa de búsqueda de árboles y aprovechamiento, en muchos casos la corta no se realiza en una única área, sino en varias zonas dispersas en el conjunto del bosque (Dykstra y Heinrich 1996).

3.5.1.3 Marcación y búsqueda de árboles.

Los árboles son marcados y se hacen sendas hacia las brechas principales, con el fin de poder facilitar su ubicación, cuando sea necesario y/o hay disponibilidad de motosierristas, para la tumba y troceo de los árboles. Esta actividad tiene una modalidad de pago, en función al número de árboles encontrados. Las especies de alto valor tiene un bono alto (2 \$US/árbol), mientras que las especies menos valiosas tienen un bono menor (1 \$US./árbol). Estos bonos son un complemento a un sueldo básico, el cual es pagado a fin de año, una vez que se haya contabilizado el número de trozas que a cada grupo se le haya registrado, por la administración en el aserradero.

La modalidad de pago afecta la eficiencia de la búsqueda de árboles ya que con el fin de recibir los llamados bonos se suele abarcar una mayor área, para encontrar el volumen requerido, lo que induce, a veces, a apertura de caminos con mayor longitud. Así mismo, el sistema de pago induce a buscar lo más rápido posible, dejando áreas sin revisar, ya que no queda claro por donde hay sitios revisados y no revisados. Se han tenido casos donde se produce pérdida de los árboles ya encontrados o marcados (Gerwing *et al* 1996).

3.5.2 Actividades de extracción

3.5.2.1 Construcción de caminos

Los caminos son ,sin duda, el aspecto más problemático de las operaciones de explotación de la madera. Se estima que los caminos son la causa directa de un 90 por ciento o más de la erosión del suelo, derivada de la explotación forestal (FAO 1974).

Entre las consecuencias de una inapropiada selección de árboles está el diseño, construcción y mantenimiento inadecuado de los caminos, lo cual redundaría en elevados costos, corta vida útil de los caminos, sedimentación excesiva de los cursos de agua, erosión de suelos y perturbaciones en las zonas de producción (Dykstra y Heinrich 1996). La construcción de caminos forestales exige la tala de la vegetación y el movimiento de tierras, con el propósito de conseguir estructuras capaces de soportar el paso de vehículos pesados, aún en los períodos de condiciones ambientales adversas, ocasionando así inevitablemente el aumento de la erosión.

Debido a la mala planificación de la extracción, muchos de los caminos son construidos antes de encontrar los árboles; es decir, son abiertos, con base en una suposición de que la zona presenta la suficiente cantidad de árboles, como para buscarlos y luego extraerlos. Los caminos se construyen en dirección aproximada y lo más cerca de la masa de árboles a extraer.

3.5.2.2 Corta de árboles

En los países en desarrollo es frecuente que las operaciones de corta estén a cargo de trabajadores mal equipados, poco calificados y con escasa preparación. La corta incontrolada no sólo causa graves daños a la masa en regeneración y a los árboles restantes, sino que limita notablemente la eficacia de la operación subsiguiente de extracción (Dykstra y Heinrich 1996).

La ejecución inapropiada de las operaciones de corta, puede producir, elevado costo de las operaciones, bajas tasas de aprovechamiento, escasa rentabilidad de las trozas no adecuadamente trozadas, ineficiencia y costo elevado de las actividades de extracción o arrastre, daños excesivos a la masa residual, al suelo y arroyos, empobrecimiento de las condiciones del bosque (Dykstra y Heinrich 1996).

Durante esta operación, en Bolivia no se suele aplicar tala dirigida. La caída es básicamente la dirección o inclinación natural del árbol. Muchas veces, éstos caen sobre caminos ya

construidos, sobre otros árboles ya cortados o sobre obstáculos en el terreno. En el peor de los casos los árboles sufren rajaduras sobre el eje principal.

Los motosierristas, en concesiones forestales en Bolivia, reciben un bono por cada árbol cortado, (0,50 cts. \$US./árbol), sin hacer una diferencia entre las especies. La modalidad de pago induce a despreocuparse sobre como se cortaría mejor, sobre la dirección de caída y sobre cualquier daño que el árbol pueda sufrir. Lo que generalmente provoca mucho impacto en el bosque, así como mayores desperdicios.

3.4.2.3 Arrastre de árboles

El arrastre o saca, es el proceso de transporte de las trozas desde la zona de corta hasta el patio de acopio, para su transporte al aserradero. Los daños que sufren los ecosistemas forestales durante el proceso de extracción, son generalmente basados en la alteración y compactación del suelo, daños a los arroyos, y los árboles remanentes. El arrastre se complica porque, generalmente, los troncos se seccionan una sola vez cerca de la copa, los cuales al ser arrastrados a través del bosque no pueden adaptarse a las curvas y causa daños a los árboles contiguos a la trocha (Gerwing *et. al* 1996).

Entre otras consecuencias que puede acarrear la saca o arrastre inadecuados, tenemos los problemas de inseguridad y elevados costos, baja productividad y costo elevado de las operaciones, disminución del volumen o del valor de las trozas, daños excesivos a los árboles que quedan en pie y a los brinzales (Dykstra y Heinrich 1996).

Esta fase es realizada con el uso de tractores forestales con ruedas (Skidder), el cual atraviesa el bosque hasta llegar al árbol cortado. En muchos casos, el Skidder entra por una vía tentativa, preparada por el grupo de búsqueda de árboles, para luego arrastrar los fustes, hasta el patio de acopio, junto al camino principal. Desconociendo la distancia a la cual se encuentra el individuo cortado, muchas veces provoca que el operario ingrese al bosque, en sitios equivocados, construyendo así vías que no permiten un fácil arrastre, y a menudo no realizan el regreso por la vía de ingreso, sino que se ven obligados a abrir otra vía de arrastre (Gerwing *et.al* 1996).

Esta actividad en Bolivia es pagada por número de árboles arrastrados hasta el patio de acopio. Este pago es un bono complementario al sueldo básico, lo cual hace que los operarios descuiden el impacto en el bosque y el buen uso de la maquinaria. De igual manera, que en el caso de la corta están más interesados en la cantidad que en la calidad de los árboles arrastrados y en la reducción del daño eventual que se puede ocasionar al bosque como ecosistema y a la masa boscosa.

3.5.3 Post - aprovechamiento

3.5.3.1 Carga y transporte de trozas al aserradero

La carga de trozas se suele hacer con una pala cargadora. En Bolivia donde muchas veces la falta de trozas produce atrasos en la carga ya sea por las largas distancia o porque no encontraron los árboles cortados. Por esta actividad, también reciben un bono por troza cargada y transportada, sobre el sueldo básico. Usualmente, en el caso de los aprovechamientos tradicionales, éstos se realizan durante la época lluviosa, periodo en el cual los problemas de arrastre, acopio y transporte interno y hacia el aserradero se agravan debido a las inclemencias del tiempo.

Debido a que por falta de planificación de las empresas mucha de la extracción se hace en el periodo lluvioso, los afectos son evidentes en el país y se traducen a amplias zonas, con grandes acumulaciones de lodo, desnudas y donde la erosión y la sedimentación son evidentes.

El adecuado diseño y construcción de los cargaderos o patios de acopio, contribuye a garantizar la seguridad y protección del personal, reducir el costo total de construcción, limitar el tamaño del cargadero, proteger los cursos de agua superficiales, reducir la pérdida importante de volumen o un deterioro notable de su calidad. El funcionamiento y ubicación inadecuada puede acarrear graves problemas de seguridad que comportan mayores costos, así también en la construcción y mantenimiento, sedimentación o contaminación de las aguas, y pérdida de volumen o valor de las trozas (Dykstra y Heinrich 1996).

El transporte por caminos, mediante el uso de vehículos madereros, es la forma más habitual de transportar las trozas desde el bosque hasta el aserradero. Desde el punto de vista del ambiente, el transporte de trozas, no tiene graves repercusiones, el impacto más directo se debe a la infraestructura, más que a las operaciones de transporte. El transporte de trozas deben garantizar la seguridad del personal, el transporte de trozas a su destino con el menor costo, no dañar la infraestructura de transporte, entregar las trozas sin pérdidas importantes de volumen y sin deterioro notable de la calidad.

3.5.3.2 Aserrado de trozas

El factor de mayor importancia para lograr buen resultado del proceso de aserrado, es poder obtener un mayor volumen por piezas, la cual está sujeta a la capacidad técnica y tecnológica, para poder procesar las trozas con mayor eficiencia y mostrando un porcentaje bajo de residuos. En la actualidad, en Bolivia, se obtienen rendimientos entre 30 y 45 %, por troza aserrada, lo que representa porcentajes bajos.

Es normal que la madera aserrada sea trasladada del bosque a la industria, unos 400 km en promedio. Esto influencia aún más en la política tradicional de aprovechamiento selectivo de los bosques que se práctica en el país y orienta a la extracción de especies del más alto valor de mercado, tal como la caoba o el cedro.

3.6 El aprovechamiento mejorado

Según Cordero (1989), el aprovechamiento mejorado, busca maximizar las utilidades a corto plazo en el mismo tiempo, asegurando una producción sostenible. El equipo usado en las operaciones tradicionales puede ser utilizado para el aprovechamiento mejorado, pues la falta de planificación es el agente causal del daño, y no tanto el tipo de maquinaria. Es así como las operaciones tradicionales pueden ser mejoradas, mediante una buena planificación y ejecución de las operaciones de inventarios, caminos, corta y arrastre. Con la extracción planificada, se busca una primera intervención con base en un sistema silvicultural que garantice el futuro del bosque (Marm y Jonkers 1982; Hendrison 1990) y maximice las utilidades a corto plazo.

Estudios de Marm y Jonkers (1982), demostraron que las operaciones bien planificadas, traen en consecuencia mejor organización y supervisión, menos accidentes y menos árboles sin talar. Así mismo menos árboles comercializables y se perdían menos árboles después de la corta. Además, resultó que en conjunto los costos de las explotaciones con planificación completa eran entre un 20 y 45 por ciento inferiores a los registrados en condiciones prácticamente idénticas pero sólo con una planificación mínima.

Dykstra y Heinrich (1992), afirman que el aprovechamiento de bajo impacto abarca la planificación anterior al aprovechamiento, la supervisión técnica y evaluaciones posteriores a la cosecha. Ellos señalan dos requisitos esenciales a tomarse en cuenta en las operaciones de aprovechamiento: a) las operaciones deben efectuarse de manera que no degraden seriamente los valores no maderables del recurso; y b) las operaciones deben dejar el bosque en una condición que fomente su rápida recuperación a su estado anterior al aprovechamiento o algún otro estado deseable en términos silviculturales, ecológicos y sociológicos.

El Proyecto Silvicultura en Bosques Naturales (PROSIBONA - COSUDE/CATIE), está recomendando aprovechamientos mejorados (Quirós *et.al*, 1995, en imprenta) con base en resultados de varios estudios en diferentes áreas experimentales de CATIE en Costa Rica, Centro América.

El presente trabajo, en Bolivia, siguió las recomendaciones de PROSIBONA, con alguna adaptación a nivel local. Entre las principales adaptaciones se tiene la etapa de pre aprovechamiento, donde para el censo comercial, se combinó el sistema tradicional y el mejorado, con un ancho entre líneas o sendas mayores a los sugeridos por la literatura. Se obtuvo información necesaria para la elaboración de mapas de ubicación de árboles, y paralelamente, junto con el censo se realizó el levantamiento topográfico del área. A diferencia de otros países donde se utiliza el tractor de oruga, para el arrastre, en el aprovechamiento, en nuestro caso se realizó con un tractor de ruedas (Skidder). No se trabajó con tala dirigida, por la falta de una mayor capacitación de los operadores de motosierra.

Por la falta de tiempo, la etapa de post-aprovechamiento, no se siguió, en el presente estudio. Además, no se finalizó con el aprovechamiento del área; sin embargo, la empresa que apoyo este trabajo, realizará por su parte, las operaciones de mantenimiento de caminos.

3.6.1 Planificación del aprovechamiento

La planificación del aprovechamiento, contempla la máxima calidad y cantidad de producción de madera para aserrar, y busca el menor daño al bosque. Esta fase, involucra aspectos de: área a aprovecharse, desarrollo de redes de caminos y/o vías de extracción, sistema de corta, de extracción, arrastre, carga, transporte y el equipo a utilizar, entre otros.

3.6.1.1 Censo comercial

Este componente, es un inventario al 100% de los árboles aprovechables en el compartimiento de corta. Es esencial para escribir el plan operativo anual y este censo se realiza caminando por toda la unidad de manejo, marcando las especies comerciales que tengan un diámetro mínimo de corta dado para cada especie, en el caso de Bolivia. Para encontrar y marcar los árboles aprovechables más eficientemente, el compartimiento de corta se divide en franjas o bloques, de ancho fijo, 50 a 100 m (250 m en el presente trabajo), dependiendo de la topografía (Quirós, *et. al* 1995, en imprenta).

3.6.1.1.1 Planificación del censo comercial

Esta actividad se usa como base para la programación de los trabajos a realizarse antes y durante el aprovechamiento, primero, se realiza la ubicación del área de trabajo en el mapa forestal, y se distribuyen las líneas del inventario o censo.

También es preciso contar con la formación de los grupos de trabajo, quienes son preparados y capacitados para las diferentes tareas, programadas preliminarmente, y la compra o adquisición del material u equipo requerido para cada actividad.

3.6.1.1.2 Apertura de sendas

Esta tarea es realizada con la colaboración de un técnico, ubicando las líneas de inventario, con una separación de 250 metros cada una (distancia diferente a otros trabajos que varían entre 50 y 10 metros), las mismas son marcadas y distribuidas sobre el terreno. Durante la apertura de las sendas, donde se evalúa las condiciones topográficas y de accesibilidad, para trabajos futuros. Esta información permite la elaboración de mapas.

Los beneficios que se obtienen de la distribución de sendas en el bosque, es la cobertura total del área. Esto facilita la búsqueda de los árboles en el inicio y su ubicación después durante las tareas de corta y arrastre. Además, permite trazar los caminos evitando áreas susceptibles a la erosión y otros obstáculos.

3.6.1.1.3 Sendeo, búsqueda y marcación de árboles

Esta actividad ha sido tomada del sistema tradicional, ya que una vez probada, ha resultado ser muy eficiente, ya que facilita el censo y levantamiento topográfico, resultado de una combinación de ambos sistemas de inventario al 100 por ciento. Tener preparadas las sendas hacia cada uno de los individuos a censarse, permite que las labores de censo y corta, sean más rápidas, por lo que no se necesita hacer inversiones mayor es para su reencuentro, así mismo, esta metodología es muy útil, cuando realizamos censos para el año subsiguiente.

3.6.1.1.4 Inventario o censo comercial

En el censo total comercial, se mide y registra la masa a aprovecharse en un área prevista, a partir del diámetro mínimo de corta para cada especie (Quirós *et al* 1995, en imprenta). Este inventario tiene como objetivo el poder determinar la distribución espacial de los árboles aprovechables, volumen (m^3 / ha) e identificación de los árboles a extraer y las características del terreno, de tal modo que permita una planificación eficiente de las diferentes operaciones, tales como construcción y distribución de caminos, vías de arrastre, árboles a conservarse y/o árboles semilleros, la dirección de caída y otros aspectos a fin de mantener la productividad natural del recurso bosque.

El resultado final del inventario, es la elaboración de un mapa - base con curvas de nivel que clarifica la topografía del terreno, donde se distribuyen de manera espacial los árboles aprovechables y los semilleros, con el fin de planificar la red de caminos.

3.6.1.1.5 Levantamiento de la información

Durante el censo se levanta información sobre, el diámetro a altura del pecho, la altura comercial óptima de cada fuste; las coordenadas geográficas de cada árbol; la dirección de caída natural; la pendiente y azimut de cada árbol y línea de inventario; así también características particulares del área.

Para contar con una mayor seguridad en las actividades de tumba, se hace un corte de lianas, durante o después las operaciones del censo comercial. Esta actividad también mejora la iluminación de los árboles de futura cosecha, facilitando la corta, reduciendo los accidentes y el cambio de dirección de caída.

3.6.1.1.6 Procesamiento de la información

Una vez que se obtiene la información, se calcula el número de árboles y el volumen comercial aprovechable. Paralelamente se realizan los mapas de ubicación y distribución espacial de los árboles inventariados. Este mapa formará la base para las futuras actividades del aprovechamiento.

3.6.1.2 Selección y marcación de los árboles a aprovechar

Se selecciona y marca tanto los árboles a aprovechar como los que serán dejados como semilleros o que no serán extraídos por otras razones. Durante la selección se toma en cuenta: a) restricciones legales para su aprovechamiento, b) extracciones dificultosas por condiciones del terreno o del mismo árbol, c) mala forma del árbol rentabilidad y d) no crear grandes claros cuando hay alta densidad de árboles a extraerse (Carrera 1993 y UCA/CATIE 1993).

3.6.1.3 Trazado de caminos y vías de arrastre

Los caminos son esenciales, no sólo para la extracción de madera sino para efectos del manejo y control; sin embargo, es uno de los aspectos más problemáticos del aprovechamiento (Dykstra y Heinrich 1992).

El mapa base con la distribución de los árboles y las características del terreno constituye un excelente elemento de planificación para el trazo de la red vial. Para esto, se debe tener como premisa que el recorrido debe ser el mínimo y se debe evitar pasar por áreas susceptibles a la erosión (Carrera y Pinelo 1995).

Los pasos para el trazado de caminos, que hay que tomar en cuenta según Carrera (1993) y UCA/CATIE (1993), son :

- a) trazado sobre el mapa - base, la ruta por donde va a transitar la maquinaria, según las condiciones topográficas y la ubicación de la masa a aprovechar.
- b) comprobar en el sitio el trazado definitivo, a conveniencia y posibles correcciones, a efectuar en el mismo terreno, de manera conjunta con el operador, cuando sea necesario. Se traza los caminos y vías de arrastre mediante sendas y cintas de color.
- c) ampliación de la red vial, limpiando la vegetación baja a un ancho de tres a cuatro metros, con lo cual se indica al operador la ruta a seguir durante el arrastre, evitando que la maquinaria afecte áreas fuera de las destinadas para su tránsito.

Una mejor operación del arrastre, no solamente evita obstáculos y recorridos innecesarios de la maquinaria, sino que también reduce las inversiones en las operaciones de aprovechamiento.

Las pistas de arrastre no deben tener más de un metro de ancho mayor al ancho del equipo de extracción y se les pueden considerar como parte de la infraestructura que será utilizada en futuras intervenciones.

3.6.2 Operaciones de aprovechamiento

3.6.2.1 Construcción y diferentes tipos de caminos

Según Carrera y Pinelo (1995), la red vial está conformada por los caminos permanentes y temporales, por donde circulan los camiones, y las vías de arrastre, por donde transitan los tractores.

Caminos permanentes, o principales y de acceso, se van prolongando año con año para dirigirse a los diferentes cuarteles de corta o áreas de aprovechamiento anual. Merecen una mayor inversión económica permitiendo el tránsito en todo el año.

Caminos temporales, son utilizados en la época de aprovechamiento. Su uso se restringe al periodo seco y, por consiguiente, las normas para su construcción son menos estrictas. Estos son ramales del camino principal y se dirigen hacia los patios de acopio, lo que facilita el transporte de las trozas.

Vías de arrastre, generalmente son usadas una sola vez aquí circulan los tractores arrastrando las trozas hasta el o los patios de acopio, desde donde posteriormente son transportados.

Los caminos son construidos en función al mapa forestal, el cual se revisa en el terreno, con el apoyo de los operadores del oruga y del Skidder, quienes colaboran en la construcción de las rutas primarias y secundarias en el bosque, considerando las pendientes. En la ubicación de estos caminos se pretende reducir las distancia para el arrastre de los árboles, y el cruce de arroyos y, por lo tanto, la construcción de puentes.

Es importante, también, considerar la capacidad de carga de las vías para evitar su sobreuso. Se hace mediante índices de evaluación del terreno, por donde se dispondrá las rutas y los caminos. Así se reduce la compactación del suelo.

3.6.2.2 Tala : limpieza, corta de árboles y desrame

La corta incluye todas las actividades dirigidas a apear los árboles en pie, su medición para determinar el tamaño idóneo de las trozas, el desramado, preparándolo para su arrastre.

En la corta, debe primar por sobre todo aspecto, seguridad. Así también, deben señalarse previamente los árboles a ser cortados. Las lianas y bejucos que entrelazan las copas de los árboles, deben ser eliminados antes de iniciar la corta lo que facilita esta operación, además evita que los árboles caigan sobre los arroyos. Si las operaciones de corta se efectúan adecuadamente, se logra reducir al mínimo los daños causados a la masa remanente, se reducen los efectos negativos para el suelo y los cursos de agua se incrementan al máximo el volumen de madera y se facilitan las actividades de arrastre (Dykstra y Heinrich 1996).

El responsable de la corta, debe contar con la información de los árboles a aprovechar; es decir, con un mapa - base, con la distribución de los árboles censados. El debe asegurarse de que se trata de un árbol marcado para la corta y no así de un semillero o de reserva.

Debe realizarse la limpieza del fuste inferior del árbol. Frisk y Cordova (1979) recomiendan cortar toda la vegetación leñosa, por lo menos dos metros al rededor del fuste. Debe verificarse la inclinación del árbol, considerando criterios para minimizar riesgos por accidentes, facilitar el arrastre, proteger el árbol a cortar, así como los árboles de futura cosecha, evitar la caída de árboles sobre quebradas o cursos de aguas y en lo posible dirigir la caída en sentido oblicuo a la pendiente.

También es importante considerar la apertura de rutas de escape, con una dirección diagonal formando un ángulo de 45° grados con respecto de la prolongación de la dirección de caída. Así mismo, la ejecución de la muesca (boca de caída) y el corte de caída, considerando el corte de boca, el corte de caída y la bisagra de al menos 1/10 del diámetro del árbol (Tanner 1997).

Una vez que el árbol ha sido tumbado, se procede al desrame, el que permite en muchos casos poder seccionarlos, si es necesario, en el sitio, lo que facilita las operaciones de extracción. Así también, el troceo, desbase y despunte, que consiste en dividir el fuste del árbol en una troza (descope) o varias de longitud comercial (López, 1994; Carrera y Pinelo, 1995). Al iniciar la corta, generalmente los árboles deben limpiarse previamente.

En el presente estudio, durante el sendeo de árboles comerciales, se cortaron las lianas y se limpió el fuste. Posteriormente viene la construcción de las sendas de escape y limpieza del fuste si es necesario.

3.6.2.3 Arrastre de árboles a patios de acopio

Esta operación consiste en trasladar las trozas desde el lugar de corta hasta el patio de acopio. Después de la construcción de caminos, el arrastre es la operación que más impacta al bosque, por lo tanto, se debe operar cuidadosamente sin disminuir los niveles de eficiencia.

Generalmente se emplean tractores forestales articulados (Skidder), equipados con winche y cables de 30 y 50 metros, siendo estos preferibles, por sus neumáticos anchos y su gran maniobrabilidad permiten reducir los daños a los árboles y al suelo. Este vehículo puede abrirse paso entre la masa de árboles restantes y el sotobosque, construyendo una simple pista entre cada árbol que se corte y el patio de acopio. La maquinaria se desplaza por el camino de arrastre y puede utilizar el cable para halar las trozas.

3.6.2.4 Trozado de fustes en patios de acopio

Una de las actividades, que se desarrollan de manera paralela al arrastre y transporte, es el trozado de los fustes. Este se realiza dividiendo en trozas a partir del área más delgada o extremo superior del árbol, hacia la base del tocón.

3.6.3 Operaciones post - aprovechamiento

3.6.3.1 Aprovechamiento de residuos

Después del aprovechamiento, es frecuente encontrar madera talada, con volúmenes comerciales, que no se arrastró debido al difícil acceso porque fueron abandonadas en el bosque, así como por características propias del árbol, o por ramas gruesas que no eran económicamente atractivas en el aprovechamiento. (Carrera y Pinelo 1995; Gerwing *et.al* 1996).

Estos residuos presentan volúmenes de hasta el 20% del volumen total extraído. Una práctica que se está promoviendo es utilizar este material en distintas dimensiones. Para tal efecto se puede utilizar una motosierra equipada con un marco metálico o con un aserradero portátil (López 1994). En caso de la empresa La Chonta Ltda, donde se realizó el trabajo, está actividad no se llevó a cabo por falta de equipo para procesar estos residuos, además se buscó aprovechar de mejor manera los fustes cortados.

3.6.3.2 Mantenimiento de caminos

Después del aprovechamiento, los caminos, quedan muy dañados y susceptibles a la erosión, para lo cual debe realizarse la limpieza de las cunetas, alcantarillas y quitar los impedimentos en los cursos de agua. También es aconsejable el cierre de caminos temporales, para evitar que sean utilizados con otros fines que pongan en peligro el área bajo cobertura forestal permanente. Así mismo, se debe colocar montículos de tierra y/o alcantarillas abiertas en vías con pendientes largas o pronunciadas, evitando así la formación de cárcavas.

3.6.3.3 Muestreo diagnóstico

El objetivo del muestreo diagnóstico, es determinar el estado de la regeneración natural y orientar sobre la necesidad de la aplicación de un tratamiento silvicultural, para la futura cosecha. El muestreo consiste en registrar el mejor individuo establecido llamado deseable sobresaliente, de las especies de mayor valor comercial, en la parcela de muestreo. Las

características del individuo sobresaliente, son fuste único, recto, sano y de buena forma, la copa bien formada y vigorosa, lo cual esta en función de la clase de tamaño (fustal, latizal y brinzal) y la iluminación de copa.

Los datos obtenidos del monitoreo indicarán, si aplica o no un tratamiento silvicultural al bosque, sea antes o después del aprovechamiento, y la intensidad y tipo de tratamiento. La empresa al contar con grandes extensiones no realizará el muestreo diagnóstico ya que se espera que con un buen aprovechamiento se determine un buen sistema silvicultural, que permita al bosque regenerarse, esto por los ciclos largos de corta, que se tiene programado.

3.6.3.4 Tratamientos silviculturales

Un tratamiento silvicultural, se define como un conjunto de operaciones con el propósito de orientar al bosque hacia los objetivos del manejo, buscando asegurar la existencia y el desarrollo de la regeneración natural (Hutchinson 1992).

Así mismo Neil (1981), indica que los sistemas silviculturales ensayados hasta la fecha, varían de un país a otro, en función de las políticas forestales, tradición forestal, mercado de especies que se aprovechan, nivel tecnológico disponible y características ecológicas de las especies, y bosque.

Con las manipulaciones del bosque, se pretende favorecer a ciertas especies de valor comercial, reduciendo la vegetación que impide y limita el desarrollo de los árboles de futura cosecha, buscando un aumento en su tasa de crecimiento, sobrevivencia y producción de frutos, y promueve indirectamente la regeneración de las especies deseables. El aumento del grado de iluminación que reciben las copas, mediante un tratamiento de mejora, el aprovechamiento, una liberación y el refinamiento. Para un manejo práctico, es conveniente separar las especies en:

- a) *grupos ecológicos*, según Finegan (1991), las agrupa en tres gremios: heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas. Estos influyen en la toma de decisiones

sobre los posibles tratamientos en el bosque, de acuerdo con los objetivos y las metas establecidas (Picado 1992).

b) *grupos comerciales*, permiten una fácil y rápida valoración del recurso, además de incrementar su potencial de comercialización, según Finegan y Sabogal (1988) y Hutchinson (1989), quienes sugieren dividirlos en tres categorías: deseables, con alto y mediano valor comercializable; aceptables, con bajo valor en el mercado, y otras, aquellas que no tienen uso definido, consideradas potenciales.

Sin embargo, al no contar con la suficiente información sobre los bosques en Bolivia, más aún sobre sistemas silviculturales aplicables y que determinen el éxito de su aplicación, se tomó la decisión de no realizar esta actividad en este estudio; sin embargo, se recomienda iniciar el estudio de tratamientos silviculturales, para contar con bases ecológicas y aplicar el sistema apropiado. El análisis del modelo considerando esta actividad ayudaría notablemente en decisiones financieras.

3.6.3.5 Protección del bosque remanente

Las actividades de protección del bosque van dirigidas a evitar incendios, invasiones, deterioro, etc. Los cuatro componentes que generalmente se proponen son: demarcación y mantenimiento de linderos, vigilancia o patrullajes y protección contra incendios.

3.6.4 Transporte y transformación de productos

La madera aserrada es transportada desde el aserradero hacia la industria o patio de comercialización, generalmente recorriendo una distancia entre 100 y 400 km, aproximadamente (desde el área de corte hasta la ciudad). Esta fase cuenta con el permiso de transporte respectivo (boleta), autorizado por la Superintendencia Forestal, previo pago de impuestos por el área de corte.

3.6.5 Diferencias entre métodos de aprovechamiento

La diferencia principal entre el sistema tradicional y el modelo mejorado de aprovechamiento forestal radica en una planificación y una ejecución cuidadosa de todas las actividades del aprovechamiento de los recursos en el bosque, así como la diferencia de inversiones y costo (\$US/m³, ha), la calidad y cantidad del producto (m³/ha) y los rendimientos de cada actividad (m³/hora), donde existe una marcada diferencia en el tamaño del área a aprovecharse (ha/año).

En busca de obtener resultados positivos en aspectos técnicos y financieros, se detallan las ventajas y desventajas de cada tipo de aprovechamiento (Cuadro 7).

3.7 Costos

3.7.1 Elementos para el cálculo de costos

Según Carrera (1993), la determinación de los costos de las distintas actividades que conforman el manejo del bosque, es necesaria para analizar su rentabilidad, tanto económica como financiera. Un costo es el valor, en términos monetarios, de las cantidades de insumos (mano de obra y materiales) utilizados para producir un producto (trozas o rolas, m³/ha) o un servicio forestal (Reiche 1992).

Teniendo en cuenta que los factores que más influyen en las operaciones de aprovechamiento son el personal y la maquinaria, se sugiere la agrupación de los mismos para su análisis, calculando un total por unidad de tiempo y esta suma es fácil de relacionarla con la producción de cada operación y obtener el costo por unidad de producción.

Los costos de operación, se presentan en el momento que la máquina entra en funcionamiento o empieza a prestar servicio. Se consideran, dentro de los mismos costos, los repuestos y el combustible, lubricantes y filtro. Los costos de personal deben ser considerados como un costo fijo o variable y se deben incluir las cargas sociales.

Cuadro 7 Resumen de ventajas y desventajas de la aplicación del sistema tradicional y el modelo mejorado de aprovechamiento.

VENTAJA	SISTEMA TRADICIONAL	DESVENTAJA	
<i>Técnica</i>	<i>Financiera</i>	<i>Técnica</i>	<i>Financiera</i>
<ul style="list-style-type: none"> - no aplican supervisión de actividades - sistema de trabajo simple, no se planifica las áreas a aprovechar. - adquisición de equipo y maquinaria usada, obsoleta. 	<ul style="list-style-type: none"> - la madera presenta poca depreciación, en el tiempo - se aprovechan especies con alto valor comercial - bajos costos de equipo y maquinaria, usada y obsoleta 	<ul style="list-style-type: none"> - largos períodos de trabajo y no considera épocas de trabajo. - alto número de obreros. - personal sin capacitación. - rendimiento en madera de baja calidad, pocas especies (m³/ha). - altos daños en la masa remanente - requiere grandes áreas de trabajo (ha/año). - se desconoce el volumen de madera a extraerse (m³/ha). 	<ul style="list-style-type: none"> - poca garantía para prestamos hipotecarios. - altas inversiones, por períodos de trabajo (\$US/ha, m³). - ingresos bajos por la venta de madera (\$US/m³). - no existe control riguroso en los egresos.
	MODELO MEJORADO		
<ul style="list-style-type: none"> - alto control, supervisión en las actividades. - trabajo planificado, ubicación de sitios, con anticipación. - personal capacitado. - rendimiento de madera de alta calidad, uso de varias especies (m³/ha). - reducidos daños en la masa remanente. - áreas de trabajo menores. - se conoce el volumen de madera a extraer (m³/ha). 	<ul style="list-style-type: none"> - bajas Inversiones, por actividad y períodos de trabajo (\$US/ha, m³). - altos ingresos por la venta de madera (\$US/m³). - se puede predecir gastos imprevistos. 	<ul style="list-style-type: none"> - se requiere de alta capacitación y experiencia. - modernización de equipo y maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> - la necesidad de un alto control en los egresos, para cada actividad. - altos costos de equipo y maquinaria moderna.

En el análisis financiero de una empresa forestal hay diferentes categorías de costo. Estos dependen del tiempo y de su función dentro de la estructura de costos, según su función toman diferentes nombres (Reiche 1992; Aguirre 1996).

Costos fijos : son aquellos que a corto plazo permanecen intangibles, aunque varíe la cantidad producida o el período de producción. En el manejo de los bosques naturales, se puede definir como costos fijos, en términos generales, todos los gastos de inversión, tales como: caminos forestales, construcción de patios de acopio, puentes y alcantarillas para la extracción del producto forestal, equipo forestal como por ejemplo, tractores de oruga o de llantas (Skidder), vehículos de doble tracción, sierras, edificaciones como campamentos y bodegas, impuestos sobre la renta, depreciación de la maquinaria, costo del inventario de reconocimiento o preliminar, administración y vigilancia, tramitología etc. (Aguirre, 1996).

Costos variables : son costos en que se incurre de acuerdo con el nivel o volumen de producción y con el tiempo (Sage 1986; Reiche 1992). En el manejo de los bosques se definen como costos variables, la mano de obra utilizada (capataces, tractoristas, motosierristas, conductores de camiones, ayudantes en general), el mantenimiento o reparación de maquinaria, equipo, infraestructura, combustible, aceites, lubricantes y otros. Así, también, el mantenimiento o reparación de caminos, puentes, patios de acopios, alcantarillas, asistencia técnica y capacitación. Por otro lado, los impuestos forestales, los costos de elaboración de estudios técnicos (plan de aprovechamiento).

Costo total : Está dado por la suma de los costos variables y de los costos fijos.

3.7.2 Costos por faena o actividad

En el aprovechamiento de madera, se ha identificado las siguientes faenas:

1. Elaboración del plan de aprovechamiento. Este consta de las siguientes actividades: apertura de transectos, levantamiento de hidrología y pendientes, censo

comercial, selección y marcación de árboles a cortar y semilleros. Labores de gabinete (redacción del plan) e insumos para las diferentes faenas.

2. Pre - aprovechamiento. Actividades de capacitación al personal, así como ubicación y construcción de campamentos, y así como la tramitología ante la Superintendencia Forestal.
3. Aprovechamiento. Consta de la construcción de caminos principales y secundarios, patios de acopio, puentes y alcantarillas, corta de árboles aprovechables, que se subdivide en: limpieza de fuste y ruta de escape, troceo, arrastre a patios, cargado y transporte al aserradero.
4. Post - aprovechamiento. Esta fase está dedicada al arreglo y clausura de caminos, aprovechamiento de residuos y limpieza de red hidrológica.
5. Evaluación del aprovechamiento. Referida a la actividad de replanteo del plan de aprovechamiento.

3.7.3 Costos de tramitología

Estos son los gastos en que incurren las empresas, ante la Superintendencia Forestal, o cualquier otro trámite que involucre la actividad forestal en el país, incluyendo los impuestos sobre la actividad maderera.

Por disposiciones de la Ley Forestal de Bolivia, mediante la Superintendencia Forestal, los propietarios de las concesiones forestales deben cancelar un impuesto de 1\$US por la extracción de una ha de madera, por año, el cual será ajustado de acuerdo con el cambio actual.

3.7.4 Costos de las labores de pre-aprovechamiento

Estos son los gastos en que incurre el empresario para la elaboración del plan de aprovechamiento. Estos varían de acuerdo con el área forestal. Son las operaciones necesarias para llegar a la elaboración del plan de aprovechamiento. Se utiliza el rendimiento por faena, se registra el número de jornales empleados en cada actividad (un jornal = 8 horas/hombre).

También se deben incluir los gastos en que incurren el técnico regente, tractorista y motosierrista por la marcación del camino principal, lo cual se cuantifica en función a las hectáreas totales del área. Además, los gastos de capacitación del personal que laborará en el aprovechamiento.

3.7.5 Costos de labores del aprovechamiento

La evaluación de las operaciones de corta, extracción y cargado se efectúa por medio del seguimiento de las faenas, donde se anotará el tiempo de inicio de la actividad. Al final de la faena se revisan y cuantifican las labores realizadas, de manera independiente, sean estos referidos a la mano de obra, maquinaria u otro tipo de inversión ó actividad.

El costo total se obtiene al dividir el costo de la faena (maquinaria, operadores, ayudantes) por el volumen cortado, arrastrado, cargado o transportado.

3.7.6 Costos de operaciones post-aprovechamiento

Terminadas las labores de aprovechamiento es necesario arreglar y clausurar los caminos así como limpiar las quebradas con el fin de dejarlas en buenas condiciones para futuras intervenciones. Los costos de la recolección de la información de los muestreos, se calcularán en función del rendimiento por día y por hectárea, de técnicos y obreros.

3.7.7 Costos de administración, aserradero y carpintería de la empresa

Son los costos demandados por las labores de administración de la empresa, relacionados con las actividades de aserrío de madera y la carpintería en la producción de puertas y otros productos elaborados por la empresa.

3.8 Métodos para el estudio de costos y rendimientos

Según Schmidt (1986), el manejo de bosques, es justificado sólo si las inversiones, incrementan los beneficios a futuro, así mismo Lamprecht (1990), manifiesta que las actividades silviculturales, son justificadas cuando sirve a objetivos económicos determinados.

Para la determinación de costos y rendimientos, Reiche (1989), plantea que para la toma de datos para un estudio de faenas se pueden considerar tres opciones: 1) rendimientos por faena; 2) tiempos y movimientos y 3) recuperación de información de rendimientos y costos de operaciones pasadas. Los tres métodos son complementarios entre sí, lo cual permite cuando sea necesario, utilizar un control cruzado como medida de confiabilidad del proceso (Reiche 1989).

3.8.1 Medición de tiempos y movimientos

Este método resulta ser la opción más práctica y confiable para tomar información. Consiste en anotar ambos, tiempo y el rendimiento, de cada actividad que se realice, así como los tiempos muertos, tanto los necesarios como los puramente accidentales.

El anotador debe permanecer presente durante todo el tiempo de faena. Deberá anotar el tiempo inicial y el final, para calcular el periodo de duración de la faena. Este método puede utilizarse en cualquier situación seleccionada y planificada, pero principalmente cuando se desea corroborar un dato, una subactividad o actividad independiente o cuando se tiene alguna duda al respecto.

El método de tiempo continuo, es usado en nuestro caso para el modelo mejorado, donde hay una persona que observa, toma el tiempo y registra cada fase u operación que se realiza a lo largo del día, semana y/o meses.

Este método proporciona información detallada de cómo se distribuye el tiempo de trabajo de la máquina, así como de la producción obtenida. En términos de la información que suministra, es la mejor alternativa. Por otra parte, tiene las siguientes desventajas: a) requiere de observadores muy calificados; b) es un trabajo tedioso y costoso; c) es peligroso seguir y observar la maquinaria en el bosque; d) se genera un gran volumen de información cuyo análisis toma tiempo y es costoso y e) la precisión con que se tomen los tiempos disminuye conforme aumenta el período de observación.

Mientras tanto, en el sistema tradicional, se usa también el método de tiempo total, combinado con el método de muestreo, el cual se basa en la producción obtenida sobre un período de tiempo determinado (hora, día, mes, etc.). No obstante esta información es aceptable desde el punto de vista de producción, ya que se obtiene una idea de cuánta madera está extrayendo el tractor por hora. Sin embargo este método no da información sobre: a) cuánto tiempo realmente trabajó la máquina; b) cuánto tiempo se perdió en atrasos y cuál fue la duración y causa de esos atrasos. Por otra parte, tiene la ventaja de que es muy difícil de aplicar y es poco costoso. Por lo tanto, este método no es útil si el fin que se persigue es mejorar la eficiencia de las operaciones.

3.8.2 Registros de rendimientos por faena

Este método aunque es práctico, es menos detallado, de menor precisión, pero lo suficientemente confiable y útil. Consiste en tomar la información cuando ha concluido una actividad o faena completa. Se toma el tiempo inicial y el anotador regresa al final del día para revisar y cuantificar la labor realizada.

Se requiere consultar con el encargado la cuantificación de la producción del día o simplemente contar los diferentes productos o actividades. Es menos generoso y permite al

anotador registrar actividades diferentes, en sitios diferentes en un mismo día, sin necesidad de que todos los empleados estén trabajando en ese momento.

Para el estudio se considera el método de tiempo continuo, en la toma de información para el modelo mejorado y para el sistema tradicional. El método de tiempo total de las actividades en combinación con el método de muestreo se basa en principios estadísticos según el cual se hacen observaciones instantáneas a intervalos al azar o sistemáticamente. En este método no se toma el tiempo de las diferentes actividades, sino que al momento de hacer la observación se toma el tipo de actividad que se está llevando a cabo.

Al analizar la información, se obtienen porcentajes para cada operación, dividiendo el número de observaciones de una determinada operación por el número total de observaciones hechas. Este método aproxima con bastante precisión los resultados obtenidos por el método de tiempo continuo y además tiene las siguientes ventajas: a) es más barato y no requiere que los observadores estén tan capacitados. En ocasiones un solo observador puede controlar más de una máquina; b) es menos cansado y tedioso; c) es más seguro; d) la exactitud es controlable aumentando o reduciendo el número de observaciones que se hacen, y e) hay menos información que manipular y analizar.

3.8.3 Recuperación de información de rendimientos y costos de operaciones pasadas.

Es la reconstrucción o recuperación de los costos y/o rendimientos de cualquier faena o actividad que ya ha sido efectuada. Consiste en la búsqueda de datos en archivos, bitácoras, informes de trabajo, contabilidad y respaldos, que se complementen con la memoria de los encargados, como técnicos, jefes y obreros que participan en las diferentes actividades, encontrándose así la información requerida.

Este método permite recobrar información de una de las actividades o faenas, que se requiera para completar un análisis para un determinado sistema de producción, del cual se carece. Con este método es posible conocer cual fue el rendimiento y los costos de faenas de proyectos que están en crecimiento, pero que se considera una buena experiencia que puede aportar información valiosa para otros proyectos. Este método es aplicable, generalmente,

cuando se requiere información de gastos operativos, productividad e ingresos de gestiones pasadas.

3.8.4 Elementos sobre estudios de tiempos, movimientos y producción

Según Cordero (1989), antes de hacer un análisis de costo de las operaciones, se debe identificar los diferentes tipos de tiempo que implica, la realización de un trabajo, la utilización de una maquinaria o cualquier otro tipo de extracción.

- a) Tiempo total (T.T): es el tiempo total incluido dentro de periodo considerado.

- b) Tiempo programado (S.H.): es el número total en que se programa que cierto número de personas o la máquina esté trabajando.

- c) Tiempo productivo (T.P.): es la porción del tiempo programado durante el cual, el personal de trabajo o la máquina realmente trabaja. En caso de maquinaria, esta diferencia entre tiempo programado y tiempo productivo, se presenta por que la máquina no se dedica solo a labores de extracción, sino que debe cubrir otras operaciones, además de los atrasos que siempre se presentan.

- d) Tiempo improductivo (T.I.): en esta categoría se incluye en tiempo durante el cual, el personal o la máquina no está produciendo. Esta interrupción en la producción puede ser causada voluntaria o involuntariamente.

- e) Porcentaje de utilización (%U): es el porcentaje del tiempo programado en que el personal y la máquina trabaja. En la determinación de tiempo y producción, se tienen tres alternativas principales: método de tiempo total; método de tiempo continuo y el método de muestreo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción general del área

4.1.1 Localización geográfica y extensión

El área de estudio, es una zona de concesión forestal, de la empresa La Chonta Ltda, que se encuentra ubicada en la Provincia Guarayos del Departamento de Santa Cruz, Bolivia, en una superficie de 100 000 ha entre las coordenadas geográficas: 15°37' 00"- 15°56' 07" de latitud sur y 63°00'00" - 62°16'05" de longitud oeste, a aproximadamente 400 km de la ciudad de Santa Cruz. (Figura 2)

4.1.2 Accesibilidad

La concesión forestal La Chonta Ltda. cuenta con una buena accesibilidad por medio de la carretera que une los departamentos de Santa Cruz y Beni, vinculando las principales localidades de Cotoca, Puerto Pailas, San Ramón, El Puente y Ascensión de Guarayos. Desde esta última localidad al área de estudio existe un camino principal transitable, de aproximadamente 50 kilómetros.

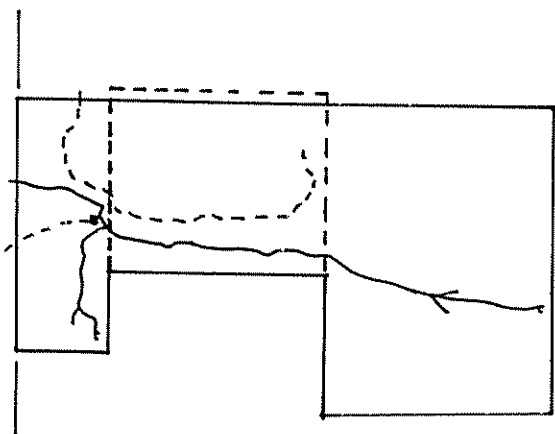
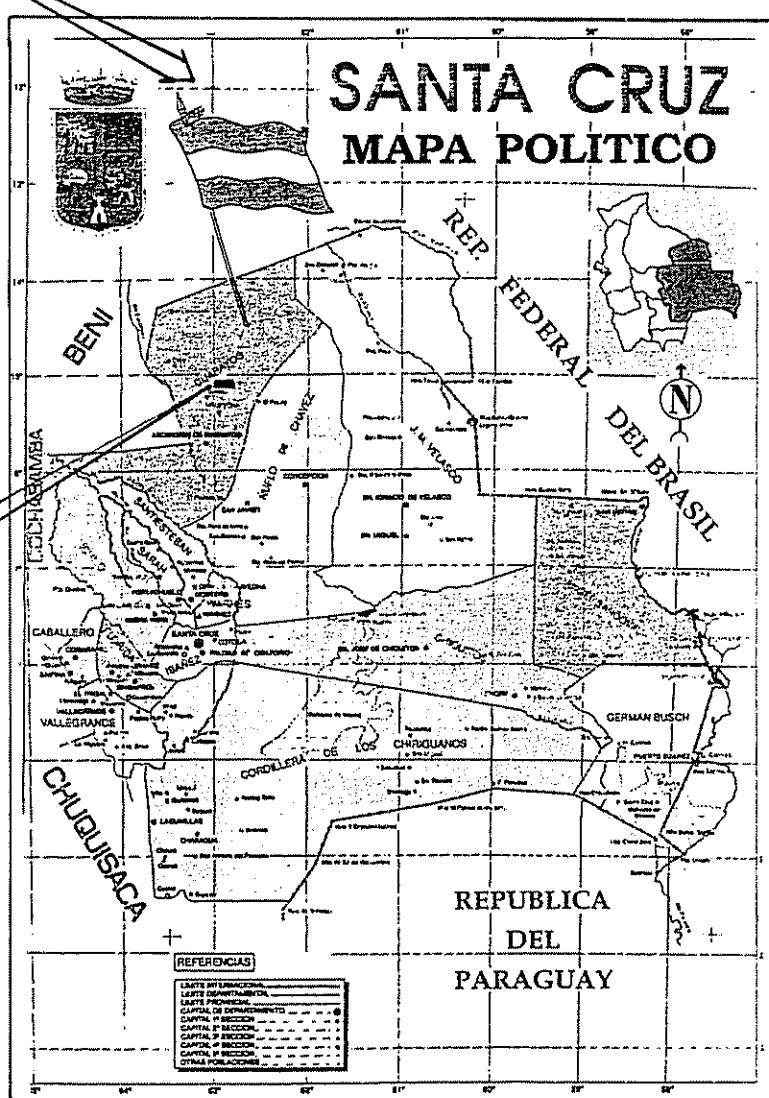
4.1.3 Uso actual de la tierra

De acuerdo con el Plan de Uso de Suelos- PLUS (CORDECRUZ/GTZ 1994), la capacidad de los suelos agrícolas, se encuentran en dos categorías: a) Categoría VI : aptas para ganadería o cultivos permanentes, restricciones erosión y/o, fertilidad; b) Categoría VII : marginalmente aptas para ganadería o cultivos permanentes, restricciones muy severas.

Mientras que la capacidad potencial forestal, señala tres categorías, presentes: a) Categoría IV : Potencial Forestal regular; b) Categoría V : Potencial Forestal alto y c) Categoría VI : Potencial Forestal muy alto



Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio. Concesión Forestal bajo manejo, La Chonta Ltda.



Así mismo en lo referente a la Protección de la Naturaleza, tenemos dos categorías: a) Categoría II : con sensibilidad alta; b) Categoría III : con sensibilidad media

4.1.4 Tenencia de la tierra

El área de estudio, se encuentra bajo contrato de aprovechamiento a largo plazo, denominada bajo el sistema boliviano, concesión forestal, la misma fue renovada en 1997, antes la Unidad Descentralizada del Centro de Desarrollo Forestal en Santa Cruz (UTD - CDF, SC), hoy denominada Superintendencia Forestal, como parte del Sistema de Regulación de Recursos Naturales Renovables (SIRENARE), de acuerdo con la nueva Ley Forestal aprobada en 1996.

4.1.5 Suelos y uso potencial

El área presenta suelos de colinas y serranías del precámbrico, rocas graníticas - geneisicas de tipo oxisoles, ultisoles, alfisoles de baja fertilidad, ocasionalmente, alta toxicidad. También suelos aluviales, franco limosos o arcillosos, formado por planicies de inundación.

4.1.6 Topografía

La zona presenta en su mayor parte planicies a ligeramente ondulada, en poca proporción se tiene una topografía ondulada a colinosas. Esta misma formación, cuenta con causes de ríos, tales como Río Salvatierra (los nacientes), Río Blanco (principal), Río Negro y Agua Caliente, los mismos forman en las depresiones bajuras inundadas.

4.1.7 Clima : temperatura y precipitación

De acuerdo con datos meteorológicos, tomados de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Ascensión de Guarayos, la zona presenta una temperatura promedio anual de 24° C, con máximas de hasta 39°C y mínimas de 14°C, en los meses de diciembre a julio, respectivamente. Mientras que la precipitación promedio anual varía entre 1 250 mm a 1 450 mm, por tanto, se tiene una época seca de cinco meses entre junio a octubre.

4.1.8 Zona de vida y vegetación

La zona de vida de la región pertenece a la formación de bosque húmedo sub tropical (bh-ST), según la clasificación descrita por Unzueta (1975), con la colaboración de L.R. Holdridge y J. A. Tosi. El bosque de la zona, puede ser considerado como primario; sin embargo, presenta algunas regiones aprovechadas por empresas madereras, especialmente, de mara o caoba (*Swietenia macrophylla*) para comercio local e internacional. En la actualidad se aprovechan las especies de mara (*S. macrophylla*), ochoó (*Hura crepitans*), cedro (*Cedrela odorata*), tajibo (*Tabebuia serratifolia*), paquió (*Himenaea coubaril*), bibosi (*Ficus insignis*), cambará (*Vochysia haenkeana*), verdolago (*Terminalia amazonia*), yesquero (*Cariniana estrellensis*, *C. domestica*), tarara (*Centrolobium microchaete*), serebo (*Schizolobium amazonicum*).

4.1.9 Superficie total de la concesión y el bosque productor

En el Cuadro 8 se detalla el área de cada uno de los estratos identificados. Estos estratos están sujetos a la distribución de los tipos de bosque, los cuales, a la fecha, han sido afectados por incendios forestales, que han cambiado la estructura del bosque. Sin embargo de acuerdo con la evaluación del inventario, se ha definido como bosque productor al bosque alto y medio, donde el resto del área u tipo de bosque o vegetación, está destinada a la protección, comprendiendo las riberas de los ríos y arroyos.

En el área de estudio, al interior de la concesión forestal, se encuentran tres estratos de bosque : alto, mediano y bajo.

Cuadro 8 Superficie por hectárea por tipo de bosque y su distribución porcentual

Tipo de bosque	Superficie total (ha)	%	Superficie en protección (ha)	%	Superficie de producción (ha)	%
Alto	49 000	49	7 000	7	42 000	59,4
Medio	32 00	32,5	4 000	4	28 500	40,5
Bajo	18 500	18,5	18 500	18,5	0	0
Total	100 000	100	29 500	29,5	70 500	70

4.2 Metodología para las actividades operativas

4.2.1 Aprovechamiento tradicional

En este modelo, se procederá al seguimiento y recuento de toda la información sobre la planificación que realiza la administración a cada fase del aprovechamiento del bosque. Esta información se solicitó a la empresa, donde se realizó el trabajo de investigación, desde la fase de contratación de personal, la búsqueda de árboles, la corta, hasta el arrastre y el transporte. Así como el rendimiento en cada actividad por faena. Por otra parte, por tratarse de una planificación de la empresa, la información será tomada mediante un diseño de muestreo aleatorio.

El presente estudio estuvo basado en el reconocimiento y análisis en 16 000 ha para 1996, del cual se recuperó la información sobre los costos e inversiones operativas. Así mismo, se tomó los rendimientos en 3 200 ha, para 1997, con el fin de obtener información y elementos comparativos, del sistema tradicional de aprovechamiento.

a.- *Selección y formación de grupos:* el jefe de personal selecciona al grupo que buscará los árboles, los son entre 14 y 15 personas. Se obtuvo información acerca del sueldo básico y los bonos que cada uno podrían llegar a percibir en las diferentes actividades que el personal realice, así como los rendimientos diarios de cada grupos.

b.- *Distribución y ubicación de grupos en el bosque:* se distribuyen los grupos en el bosque, para cubrir las áreas, obteniendo los rendimientos diarios.

c.- *Marcación y búsqueda de árboles:* es la marcación de los árboles en cada área por cada grupo. Posteriormente, al final de la jornada se obtiene la cantidad de árboles que llegan a encontrar por faena, tanto por individuo como por especie. También se registran los costos de la actividad.

d.- *Construcción de caminos:* con la ayuda de maquinaria como el un tractor de oruga y una pala topadora, con sus respectivos equipos de trabajo, y de acuerdo con los requerimientos

de los grupos buscadores de madera, se ubican los caminos en relación con las áreas destinadas al aprovechamiento forestal. La información que se toma es el tiempo en días invertido en la construcción de caminos, el avance diario, y los costos finales invertidos.

e.- *Corta de árboles*: actividad que considera la limpieza del sitio, y los respectivos vías de escape en el proceso de la corta, para luego proceder a la corta y al desrame. La información que se obtiene es, la productividad en la corta de árboles por día y por especie, así como los costos incurridos, combustible y repuestos.

f.- *Arrastre de árboles*: es el traslado de la troza al patio de acopio, con la ayuda de un tractor de ruedas para el arrastre (Skidder). Tomándose la productividad por día, o por faenas, así como los gastos e insumos incurridos en esta actividad.

g.- *Carga y transporte de trozas al aserradero*: Las rolas son cargadas con la ayuda de palas cargadoras a los camiones, del bosque o patios de acopio al aserradero. Se registran los costos referidos a los gastos en la etapa de carga, así mismo el del transporte de las rolas al aserradero.

h.- *Aserrío de trozas en el aserradero* : las trozas una vez, en el aserradero, son apiladas y luego aserradas, según las dimensiones que el comprador requiera. Esta actividad se realiza en el aserradero del bosque.

La evaluación del rendimiento (m^3), se realiza en volúmenes de corta por especie y el rendimiento al final de cada turno, en relación con el material aportado por las actividades de búsqueda de árboles, corta y arrastre. La venta de madera, se encuentra generalmente a distancias entre 100 y 400 km la cual se tiene que recorrer transportando la madera aserrada, en la fábrica central ubicada en la ciudad.

4.2.2 Aprovechamiento mejorado

Este modelo seguido ha sido descrito en el punto 3.6 del presente trabajo. En este caso, se trabajó en un área de 1 500 hectáreas, donde se realizó el censo comercial y levantamiento

topográfico, mientras que sólo en 250 hectáreas, se completó el modelo mejorado, hasta el aprovechamiento forestal y aserraje de trozas, para 1997.

Del total de área censada (1 500 ha), por factor es como el tiempo y la administración de la empresa, el aprovechamiento del bosque sólo fue posible en 250 hectáreas, información que permitió realizar el análisis y presentar los resultados más adelante descritos. Así mismo, las actividades de aprovechamiento de residuos, muestreo diagnóstico y tratamientos silviculturales, no fueron considerados por falta de información, para justificar su aplicación. Además, no se han realizado estas actividades en Bolivia y el objetivo es inducir a la planificación y reducir el impacto en el bosque, considerando las extensiones de áreas de trabajo.

4.2.2.1 Planificación del Pre-aprovechamiento

El método que se ha utilizado para evaluar los rendimientos de los aprovechamientos forestales, fue mediante tiempo continuo por faena. Las evaluaciones para cada actividad, se efectuaron por faena, donde se hizo un seguimiento del tiempo de inicio y el final. Se hizo una revisión de cada labor, por lo que los cuadros que se describen presentan los rendimientos por hora/día, y hectárea/día.

En la organización del aprovechamiento mejorado o de bajo impacto, trabajaron (en el censo comercial) una cuadrilla de 17 obreros y dos técnicos. La corta por dos operadores con sus ayudantes, así también el equipo de caminos, integrado por dos operadores (para tractor de oruga y motoniveladora) con sus ayudantes, también en el arrastre (dos Skidder) se empleó a dos operadores y sus ayudantes

a.- *Apertura de sendas*: ubicación de la *pica madre*, referida a la línea base donde se ubicarán los *transectos*, a una distancia de 250 m de separación entre ellos, por donde se realizó el censo de las especies comerciales, así como el *levantamiento topográfico*, para la elaboración del mapa de distribución de los árboles a aprovechar y las posibles rutas para los caminos forestales (Anexo 1a). Se Registró en planillas (formularios especiales), el parte diario que se obtengan de los diferentes grupos de trabajo, que realizan las sendas u transectos, así como el

rendimiento por cada día, sobre el avance diario, así también los costos incurridos en esta actividad.

b.- *Búsqueda, sendeo y marcación de árboles:* se marcaron los árboles, bajo una numeración relativa por bloque e individuos a aprovechar. Recopilándose la cantidad de árboles se llegan a encontrar por jornal, tanto por individuos como por especie. También se registrarán los costos realizar esta actividad, tanto para la productividad por día como por especie.

b.- *Censo comercial, levantamiento de la información y procesamiento de la información:* el censo comercial se realizó, en los transectos, levantando los individuos comerciales de mayor importancia para la empresa, según el diámetro mínimo de corta (DMC). Así como el levantamiento topográfico, ubicación de los árboles, el diámetro a la altura del pecho, la altura comercial óptima de corte, por especie. Así mismo, se tomaron los rendimientos en las diferentes etapas, desde el número de individuos durante una faena y el área cubierta durante el día trabajado (Anexo 1a).

c.- *Selección y marcación de árboles a aprovechar:* los individuos a aprovechar fueron marcados durante la realización de la búsqueda de árboles, y se identificaron los semilleros una vez que se produjo el mapa ubicación, considerando los diámetros mínimos de corta para cada especie y la distribución de la masa forestal a aprovechar.

d.- *Trazado de caminos y vías de arrastre:* En la información levantada en el censo comercial, se tienen datos topográficos, como pendientes, accidentes geográficos con los cuales con base en el programa para elaboración de mapas Surfer, se produjo el mapa de ubicación de los árboles a aprovechar, así como las curvas de nivel de la zona. Esta información permitió diseñar los posibles caminos y vías de arrastre. Así mismo, se construyó un solo camino, ya que se cuenta con una red de caminos antiguos, que fueron rehabilitados, para tal efecto.

4.2.2.2. Operaciones de aprovechamiento

a.- *Construcción de caminos.* De acuerdo con el mapa producido se procedió a la construcción de caminos forestales, con base en lineamientos de ubicación y distribución de árboles a aprovechar, zonas menos susceptibles a la erosión, con pendientes mayores a 30%, alcantarillas distribuidas a lo largo de la ruta, así mismo los puentes que se requieran.

Esta labor fue discutida con el equipo responsable de la construcción de caminos (técnicos, operadores de tractor de oruga y jefe de grupo), con base en el mapa de distribución de árboles, labores que fueron seguidas en función al avance alcanzada por los operadores, por día y los gastos e insumos que se han invertido en las diferentes actividades, como el costo por kilometro, metro y día trabajado.

b.- *Corta: limpieza y desrame.* Los operadores de motosierra antes de la corta, proceden a limpiar el fuste y los alrededores. La corta se realizó según las técnicas apropiadas y más recomendables, como la aplicación de boca de caída y otros. Pasada la corta se procedió al desrame a fin de lograr seccionar de la mejor manera el fuste.

La productividad en el rendimiento de las operaciones de tala o corta fueron recopiladas en función a la cantidad de árboles que se cortan durante una faena, los respectivos gastos en combustible, repuestos, sueldos y bonos recibidos por esta actividad versus la productividad diaria.

c.- *Arrastre, trozado y carga: arrastre de árboles a patios de acopio.* Esta actividad se realizó con ayudándose con un Skidder, desde el tocón hasta el patio de acopio. Los patios se ubicaron con anticipación, durante la construcción de caminos, sean estos principales o secundarios. La información referente al arrastre se registró en partes diarios, donde se obtuvo la productividad por día.

La actividad de carga de fustes, se realizó con la ayuda de pala cargadora, los rendimientos por días fueron similares a los del arrastre en número de especies, versus los costos invertidos en cada faena y diarios.

4.2.2.3 Operaciones de post - aprovechamiento

Esta fase no ha sido considerada en el estudio, puesto que el tiempo utilizado en el trabajo, no fue el total que la empresa ha destinado al área de aprovechamiento; tal es así que al finalizar la preparación del documento, aún se tenían actividades de extracción de madera.

a.- *Mantenimiento de caminos*: éste lo realiza la empresa una vez que dé por terminadas las operaciones de aprovechamiento del bosque, entre las que se incluyen la restauración de las quebradas, quitando los puentes temporales construidos para las operaciones de transporte. Actividades que se evaluarán según el rendimiento por faena.

b.- *Protección del bosque remanente*: ésta se realiza con personal destinado a la supervisión del bosque remanente, en función al peligro por incendios forestales en la zona. Se hace un seguimiento de los gastos que se realizaron para la protección del bosque, tales como la mano de obra, equipo e insumos requeridos para tener éxito en las labores planificadas.

4.3 Resumen de información requerida para el análisis financiero del aprovechamiento forestal, tradicional y mejorado.

El Cuadro 9, muestra el orden de la información que se precisa para el presente trabajo, por actividad, variables a considerar e información requerida. A fin de que la información y sus variables estén registrados de manera ordenada, se han producidos formularios para cada actividad, de tal forma que a la hora de procesar la información sea la más detallada.

Cuadro 9 Información requerida para el análisis financiero: tradicional y mejorado.

ACTIVIDAD	ELEMENTOS	INFORMACIÓN REQUERIDA
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> - impuestos - contratación de personal 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor de impuestos, - sueldos y salarios
Inventario comercial	<ul style="list-style-type: none"> - costo en efectivo y no efectivo - número de árboles inventariados - Volumen a aprovecharse - Rendimientos del inventario en volumen 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo efectivo: mano de obra e insumos - Costo no efectivos: depreciación e interés de equipos - Volumen diario inventariado, por árbol y por compartimientos
Construcción de caminos	<ul style="list-style-type: none"> - costo en efectivo y no efectivo - rendimiento en km - calidad de caminos 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo: mano de obra e insumos - Costo no efectivo: depreciación e interés de equipo
Corta y troceo	<ul style="list-style-type: none"> - costo en efectivo y no efectivo - producción - rendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo: mano de obra e insumos - Costo no efectivo: depreciación e interés de equipo - Corta de árbol y por compartimiento
Arrastre a patio de acopio	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo - No de árbol arrastrado - Rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo de arrastre - No. de árbol arrastrado por especie y total, diaria -Tiempos productivos e improductivos, maquinaria, mano de obra
Aserrado de trozas	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo y no efectivo - Volumen aserrado -Número de árboles aserrados - Rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo: mano de obra - Costo no efectivo: depreciación e interés de equipo - Volumen aserrado, por día y por especie
Transporte (*)	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo - Volumen transportado 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo de transporte - No de árbol transportado por especie
Transformación (*)	<ul style="list-style-type: none"> - Costo efectivo y no efectivo - Producción - Rendimiento - Número de productos elaborados 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo en efectivo: mano de obra - Costo no efectivo: depreciación e interés de equipo - Número de piezas diarias producidas, por día y por especie

(*) Etapas no evaluadas en el estudio

4.4 Metodología para el análisis comparativo de los sistemas de aprovechamiento

Primera etapa:

De acuerdo con los datos básicos de la fase de pre-extracción y/o pre-aprovechamiento, obtenidos de la aplicación de los dos sistemas de aprovechamiento, el tradicional y el mejorado, se obtuvo, los indicadores de eficiencia operativa y los índices de eficiencia de los costos unitarios (Anexo 1a y 2a).

Segunda etapa:

De igual manera que en la primera etapa, una vez con la información de las fases de aprovechamiento y post-aprovechamiento, se llegó a determinar los indicadores de eficiencia operativa para cada uno de los sistemas analizados (Anexo 3a, 3b, 3c y 3d)

Tercera etapa:

Con la información de las dos etapas anteriores, se consolidaron los costos unitarios por hectárea bajo el sistema tradicional y el modelo mejorado. Se realizó el cálculo del costo por hectárea incluyendo el interés sobre el capital de operación al 18%, tasa vigente en los préstamos bancarios para el sector forestal en Bolivia (Anexo 4a , 4b y 4c).

Se estimó la ganancia por hectárea y el retorno por \$US del costo variable por hectárea en el proceso de producción. En función de estos resultados se realizó un análisis de sensibilidad del rendimiento por hectárea en m³ de madera, para conocer cuanto en producción debe aumentar el sistema tradicional para obtener similar rentabilidad que el modelo mejorado. Así mismo, conocer cuanto tendría que producir el modelo mejorado para llegar al nivel de rentabilidad del sistema tradicional. Como beneficio se tomaron en cuenta los productos comerciales que se generaron de la actividad del aprovechamiento, tanto del sistema tradicional y como del modelo mejorado:

- Venta de madera aserrada en pie cuadrado (0,95 \$US/pie) y metro cúbico (402.8 \$US/m³). El valor utilizado es un promedio ponderado de todas las especies vendidas por la empresa.

Cuarta etapa:

Se estimó el área equivalente que requeriría la empresa para producir, el mismo volumen de ingreso neto sobre costo variable. Se estimó con base en ese cálculo el valor presente del flujo neto efectivo generado bajo ambos sistemas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de entrar de lleno en el análisis de los resultados obtenidos y en su discusión, es necesario aclarar los siguientes elementos del análisis realizado:

- El estudio realizado, es un estudio de caso de una empresa específica y es relevante solo en términos de predicción. En términos de otras empresas, los resultados son de carácter indicativo.
- El sistema tradicional corresponde a las prácticas usuales de la empresa y no fueron alteradas en forma alguna, por lo cual reflejan plenamente lo que la empresa hace en esta materia.
- Con respecto al área en la cual se iba a realizar la explotación bajo el sistema mejorado, ésta se tuvo que reducir de 1 500 a 250 hectáreas, cuando se iniciaron las fases de extracción y post-aprovechamiento, por razones de tiempo y recursos disponibles.
- Lo anterior representa el tener que: a) separar el análisis en dos fases: la fase de pre-aprovechamiento y la fase de extracción y post-aprovechamiento; b) estimar los costos unitarios por hectárea de las dos fases en forma individual y c) asumir linealidad en los costos entre 250 y 1 500 hectáreas para poder sumar los costos unitarios por hectárea y así poder calcular la rentabilidad total de cada sistema en términos de una hectárea.
- Estimar la ganancia por sistema en términos del concepto de costo equivalente de la materia prima en términos del precio del producto final.

5.1 Análisis comparativo de la etapa del Pre-aprovechamiento

El Cuadro 10 muestra los rendimientos y costos unitarios de ambos sistemas. En el cuadro podemos observar que el modelo mejorado con respecto al sistema tradicional presenta las siguientes características en esta etapa o fase.

Cuadro 10 Rendimientos y costo unitarios de la etapa del pre-aprovechamiento

Item	Sistema Tradicional	Modelo Mejorado
<i>Datos básicos de la fase de pre aprovechamiento</i>		
Area cubierta total (ha)	16 000	1 500
Arboles totales censados	17 502	1 522
Horas gastadas totales	9 973	137
Días totales	260	20,2
Volumen en m ³ totales de arboles en troza (*)	52 740	7 833,72
<i>Indicadores de Eficiencia Operativa</i>		
Area cubierta por día en pre-aprovechamiento (ha)	61,5	75
Arboles buscados por ha	1,09	1,01
Horas por árbol	0,57	0,09
Horas trabajo por día (**)	38,35	6,78
Hora por M ³	0,189	0,017
M ³ por hora hombre	5,23	57,18
M ³ por día	202,8	387,81
M ³ por hectárea	3,29	5,22
M ³ por árbol	3,01	5,14
<i>Indices de Eficiencia en Costos Unitarios de la fase de Pre-aprovechamiento</i>		
Costo total (\$US)	14 3032,48	25 874,12
Costo por hectárea	8,93	17,24
Costo por árbol	8,17	17,00
Costo por m ³ de madera en troza	2,71	3,30
Costo por día	550,12	862,4

(*) Valores calculados mediante la formula de Smalian

(**) El número de obreros utilizados por el sistema tradicional fue de 56 personas y por el modelo mejorado de 17 personas.

El modelo mejorado es más eficiente operativamente, así mismo prepara mejor las actividades de la segunda etapa (mapa de ubicación de árboles para el aprovechamiento; post-aprovechamiento) por que reduce el tiempo de búsqueda de cada árbol, así como las horas de trabajo por día, también se producen mayor m³ por día, por hectárea y por árbol, lo que lleva a aprovechar mejor el fuste de cada árbol, en comparación con las actividades del sistema tradicional. El modelo mejorado es mas caro comparado con el sistema tradicional, por hectárea, por árbol, por m³ y por día, esto dado por el grado de planificación que se tiene para las actividades subsiguientes.

En el modelo mejorado, todos los árboles marcados son extraídos y se aprovechan mejor su volumen, así mismo en la etapa de post aprovechamiento, no se producen demasiados desperdicios. El control que se tiene de toda el área en el censo comercial, asegura un rendimiento mayor del número de árboles, en una menor superficie, y no en las extensiones que necesita el sistema tradicional para obtener el volumen similares a los obtenidos con el modelo mejorado.

El sistema de pago u incentivo que utiliza el sistema tradicional hace que los rendimientos diarios en la fase de pre-extracción sean menores comparado con los del modelo mejorado. Generalmente los obreros al ser contratados bajo un sueldo básico, este busca garantizarse la permanencia en la empresa durante todo el período de trabajo, entregando cierto número de árboles, política que al mismo tiempo le asegura la mantención de su familia. Es así que generalmente disponen de muy poco de su tiempo para poder realizar la búsqueda de árboles, dedicando la otra parte de tiempo a la casería, colecta de miel de abejas y pesca. Estos factores hacen que el sistema sea menos eficiente, además, los grupos de buscadores de madera, no llevan un registro de cuanto volumen tienen registrados, sino solo el número de árboles encontrados y marcados, y desconocen con exactitud la ubicación y/o distribución de los árboles a extraerse.

5.1.1 En términos de rendimientos

- El modelo mejorado es 21,95% más eficiente en términos del área cubierta de bosque por día, probablemente como resultado de una mejor organización del trabajo.
- El modelo mejorado utiliza un 84,21% menos de tiempo gastado, para ubicar un árbol a extraerse con posterioridad; lo cual hace que en términos de las horas trabajadas por día se necesite 82,35% menos horas. La mejor organización resulta en un mejor y más eficiente uso del tiempo de las cuadrillas de búsqueda.
- El modelo mejorado logra identificar 57,18 m³ de madera en árboles y el sistema tradicional 5,23 m³. En términos de una hectárea de trabajo esto significa 91,22% más madera identificada por día trabajado; 58,66% más madera por hectárea y 70,76% más madera por

árbol. De nuevo la mejor organización logra resultados en términos de productos potenciales por unidad de área, por unidad de tiempo y por árbol.

5.1.2 En términos de costos unitarios

A simple vista pareciera que los resultados en materia de costos son desfavorables al modelo mejorado ya que:

- El costo por hectárea es un 93,05% mayor, al costo del sistema tradicional.
- El costo por árbol es un 108,07% mayor, al costo del sistema tradicional.
- El costo por M³ de madera en pie es un 21,77% más, al costo del sistema tradicional.
- El costo por día es un 132,83% mayor, al costo del sistema tradicional.

Sin embargo, un análisis más cuidadoso en términos del precio del producto final como base para calcular el costo equivalente de la materia prima potencial, revela un resultado un tanto diferente.

5.1.2.1 Costo equivalente de la materia prima

Para el sistema tradicional el costo equivalente de la materia prima utilizada para poder producir un M³ de madera aserrada por hectárea es el siguiente, donde el:

- Precio de venta por M³ de madera aserrada = \$US 402,8
- Rendimiento en M³ de madera aserrada por Ha. = 0,32
- Hectáreas de bosque necesarias para producir un M³ de madera aserrada = $1/0,32 = 3,12$ ha.
- Costo por hectárea de la etapa de pre-aprovechamiento en el Sistema Tradicional = \$US 8,93
- Costo equivalente en hectárea explotada de la materia prima para producir un M³ de producto final es igual a:

$$8,93 \times 3,12 = \$US 27,90$$

- Ganancia por M³ vendido

$$402,8 - 27,90 = \$US 374,9$$

Para el modelo mejorado, el costo equivalente de la materia prima utilizada para poder producir un M³ de madera aserrada por hectárea es el siguiente, donde el:

- Precio de venta por M³ de madera aserrada = \$US 402,8
- Rendimiento en M³ de madera aserrada por Ha = 3,04
- Hectáreas de bosque necesarias para producir un M³ de madera aserrada = $1/3,04 = 0,2941$ ha.
- Costo equivalente en hectárea explotada de la materia prima para producir un M³ de producto final es igual a:

$$17,24 \times 0,2941 = \$US 5,0705$$

- Ganancia por M³ vendido

$$\$US 402,8 - 5,04 = \$US 397,73$$

Al utilizar este criterio se observa que el modelo mejorado genera una ganancia por M³ en la etapa de pr-aprovechamiento en términos del costo de la materia prima equivalente a \$US 397,73 o sea que el costo equivalente al ser mucho menor genera en términos del M³ vendido de madera aserrada una ganancia de 6,08% mayor a la generada por el sistema tradicional. Al final de nuevo el sistema tradicional es inferior al modelo mejorado y no como a primera vista parecía.

Los resultados del análisis de la etapa de pre-aprovechamiento eran esperables en términos de la eficiencia que resulta de una mejor organización ya que el plano permite la ubicación de los árboles a extraer con mayor precisión y en consecuencia la estrategia de extracción puede armarse con mucha mayor precisión.

Es importante resaltar que la identificación precisa de árboles, sus medidas y volúmenes correspondientes, permite además de una estrategia más precisa de extracción, el poder ubicar todos los caminos con más eficacia y aprovechar mejor los ya existentes y desplazar al personal y equipo sin pérdida de tiempo en las etapas siguientes.

Es importante además señalar que la ejecución de los 50 días utilizados en el desarrollo del modelo mejorado o sea los primeros 20 días se utilizaron en la fase de pre-aprovechamiento y los 30 días posteriores en la extracción y el post-aprovechamiento, lo que permitió una acción global ordenada que facilitó un uso mejor del tiempo y una especialización en las actividades relevantes a cada etapa.

Lo anterior contrastó con lo ocurrido en el caso del sistema tradicional, donde durante los 260 días de explotación se realizaron las 3 etapas en secuencia paralela, o sea se pre-aprovechaba, aprovechaba y post-aprovechaba simultáneamente. Lo cual además de complicar la supervisión, no facilita el seguimiento económico contable del registro de los gastos.

La simultaneidad de acción del sistema tradicional crea problemas logísticos y de operaciones ya que todos los equipos están en el campo permanentemente, lo cual no ayuda al mantenimiento de éste y a su aprovechamiento óptimo en particular, por el área tan amplia sobre el cual se deben desplegar estos equipos.

Es importante finalmente recordar que aunque la programación original de pre-aprovechamiento como ya se indicó, fue de 1 500 hectáreas y esto hizo que el esquema de costos unitarios de esta etapa correspondiese a un área superior a la que finalmente se explotaría en las fases de aprovechamiento y post-aprovechamiento.

La decisión de explotar solo 250 hectáreas de las 1 500 pre-aprovechadas, con el modelo mejorado podía estar afectando los resultados de costos unitarios de la fase de pre-aprovechamiento ya que podría especularse que existe una posibilidad de que los costos unitarios podrían ser diferentes de haberse pre-aprovechado solamente 250 y que podrían existir economías de escala en los trabajos de aprovechamiento que el estudio no detectó. Con esta nota de cautela pasamos al análisis de la siguiente fase, sin olvidar que el resultado final en términos de eficiencia productiva y costo equivalente favoreció el hacer las cosas en una forma planificada y ordenada.

5.2 Análisis comparativo de la etapa de extracción (Aprovechamiento) y Post- aprovechamiento

El Cuadro 11 presenta la comparación de esta fase para ambos sistemas. En términos generales, en esta etapa todos los índices de eficiencia operativa por unidad de área, tiempo o producto del modelo mejorado, son superiores, por lo que a los del sistema tradicional solamente nos parece importante señalar aquellos referentes a los que se refieren a los M³ de madera aserrada por unidad de área, tiempo y producto que es en fin de cuenta lo importante ya que los M³ de madera aserrada, es el producto que se mercadea. El mayor rendimiento para el modelo mejorado en m³ por troza, m³ por hectárea censada, así como m³ por día en el aserrado y m³ por árbol aserrado.

De la comparación de ambos sistemas en términos de M³ de madera aserrada por unidad de área, tiempo y producto se desprende lo siguiente:

- El modelo mejorado por día de trabajo en términos de M³ de madera aserrada es un 27,56% más eficiente.
- El modelo mejorado por hectárea explotada en términos de M³ de madera aserrada es un 850% más eficiente.
- El modelo mejorado presenta además un rendimiento industrial o sea de M³ de madera aserrada / M³ de madera en troza de 43,37% mientras que en el sistema tradicional el rendimiento industrial es de 9,80%.

Lo anterior, como se mostrará a continuación al analizar los costos consolidados, resulta en mayores ganancias por hectáreas y por \$US1.00 de costo variable por hectárea incluyendo los intereses sobre el capital de operación requerido.

Cuadro 11 Rendimientos y costos unitarios de las fases de aprovechamiento y post -
-aprovechamiento.

Item	Sistema Tradicional	Modelo Mejorado
<i>Datos básicos de las fases de aprovechamiento y Post-aprovechamiento</i>		
Area total explotada (ha)	16 000	250
Arboles totales buscados y/o censados y arrastrados	17 502	204
Horas gastadas totales	8 148	323
Días totales de trabajo	260	30
Volumen en m ³ en trozas	52 740	1 754,39
Volumen en m ³ en madera aserrada (*)	5 169	761
Rendimiento de madera en troza a madera aserrada (%)	9,80	43,37
<i>Operativa Indicadores de Eficiencia</i>		
Arboles extraídos por hectárea	1,09	0,81
Horas por árbol	0,46	1,58
Horas por m ³ en troza	0,15	0,18
Horas por m ³ de madera aserrada	1,57	0,42
Horas de trabajo por día	31,33	10,76
M ³ por día en troza	202,84	58,47
M ³ por hectárea en troza	3,29	7,01
M ³ por árbol en troza	3,01	8,59
M ³ por día en madera aserrada	19,88	25,36
M ³ por hectárea en madera aserrada	0,32	3,04
M ³ por árbol en madera aserrada	0,29	3,73

(*) Valores calculados mediante la formula de Smalian

Los bajos rendimientos de madera aserrada obtenida en el aserraje, para el sistema tradicional están dados por que este sistema extrae un volumen en exceso, política de acumulación que tienen muchos de los empresarios y muchas veces dada la baja capacidad de procesar, este material se pierde por deterioro y especialmente por la acción de hongos que destruyen la madera y el mal sistema de apilar las trozas, lo que obliga a retirar del patio del aserradero la madera afectada. Otro factor que afecta a la calidad de la madera es la época lluviosa en la que se desarrollan también actividades de extracción.

La alta susceptibilidad de la especie al ataque de hongos e insectos permite que los porcentajes de pérdida sean altos también, sin dejar de lado la baja capacitación de los operadores, sean estos del equipo de corta, arrastre, carga y transporte, así como los operadores del aserradero.

El desconocimiento de las características físicas y químicas de muchas de las especies, hacen que un exceso en la extracción de número de árboles, se llegan a perder mucho material, en caso de la Empresa La Chonta, tenemos la especie de *Hura crepitans* (ochoó), la cual no soporta más de 24 horas de cortada, cuando su susceptibilidad se eleva al 100 %, llegando a destruir gran parte de su material o bajando en mas del 50 por ciento la calidad de la madera.

El bajo valor por hectárea es por el tamaño del área aprovechada y el número de árboles extraídos, en este último, el modelo mejorado aprovecha mejor el fuste del árbol en m³, obteniéndose una troza con mayor longitud y volumen, como se logra observar en el Cuadro 11.

El optimizar el largo del fuste, para obtener un mayor volumen, es otra alternativa positiva que se utilizó en el modelo mejorado, obteniéndose como resultado un alto rendimiento en volumen en troza, a diferencia del sistema tradicional que solo aprovechaba el sector con mayor diámetro de cada árbol, dejando generalmente el resto del fuste, por ser estos delgados, y mas aún con el desconocimiento de técnicas de corte y teniendo tecnología obsoleta en el aserradero, lo que da como resultado un bajo rendimiento de cada fuste y por hectárea. Esta decisión de aprovechar mejor los árboles, es similar a la denominada recuperación de residuos, la cual se realiza paralelamente al aprovechamiento, tratando de no dejar material comercial en el bosque.

5.3 Análisis comparativo consolidado en los costos y ganancias unitarios para ambos sistemas.

El Cuadro 12 muestra un detalle de los costos unitarios consolidados por sistema de extracción. En el se observa que los costos variables por hectárea incluyendo el interés sobre el capital de operación al 18%, son de \$US 92,14 para el sistema tradicional y de \$US 184,95

para el modelo mejorado. De nuevo a simple vista el modelo mejorado resulta más caro que el tradicional en un 100,33%.

Los costos por rubros del aprovechamiento, señalan que el sistema tradicional es más barato que el modelo mejorado por hectárea y por árbol, siendo por día más barato el modelo mejorado.

Cuadro 12 Costos unitarios consolidado por sistema de extracción tradicional y mejorado.

Item	Sistema Tradicional \$US	Modelo Mejorado \$US
- Pre aprovechamiento	143 032,48	25 874,12
- Hectáreas	16 000	1 500
- Costo por hectárea	8,93	17,24
- Extracción y/o Aprovechamiento	608 041,1	23 421,75
- Hectáreas	16 000	250
- Costo por hectárea	38,00	93,68
- Pos extracción y/o Post-aprovechamiento	363 358,82	5 568,08
- Hectáreas	16 000	250
- Costo por hectárea	22,70	22,27
- Administración	135 455,32	5 803,03
- Hectáreas	16 000	250
- Costo por hectárea	8,46	23,21
- Costo por hectárea	78,09	156,45
- Interés sobre capital de operación al 18 %	14,05	28,15
- Costo variable / hectárea	92,14	184,59

La realidad de nuevo en términos de ganancia por unidad de área es otra, como se observa en el Cuadro 13. En él podemos ver que la ganancia por hectárea en el sistema tradicional es de \$US 36,75 mientras que el modelo mejorado es de \$US 1 039,92. Lo cual genera una ganancia o retorno por \$US1.00 invertido en costo variable para el sistema tradicional de \$US 0,39 y para el modelo mejorado de \$US 5,63 por \$US1.00 de costo variable invertido.

Cuadro 13 Comparación de los resultados económicos por sistema de aprovechamiento

Item	Sistema Tradicional \$US	Modelo Mejorado \$US
- Costo Variable por hectárea	92,14	184,59
- M ³ de madera aserrada por hectárea	0,32	3,04
- Precio de venta de M ³ de madera aserrada \$US	402,8	402,8
- Ingreso Total por hectárea Ingreso por hectárea	128,89	1 224,51
- Ganancia por hectárea	36,75	1 039,92
- Retorno por \$US de costo variable por hectárea	0,39	5,63

Como se observa al consolidar los resultados de ambos sistemas, en términos de costos, productividad y ganancia por hectárea la superioridad del modelo mejorado queda demostrada ya que cualquier incremento en los costos son ampliamente compensados por un volumen mayor del producto, al que a su vez, además de que todas las incidencias indicarían que es de mejor calidad industrial que el que proviene del sistema tradicional, según lo observado en el campo.

La organización y extracción racionalizada aunque es más cara, en términos de costos unitarios, estos se ven compensados ampliamente por la mayor eficiencia productiva, lo que hace que haya mayor producto final para vender por unidad, generándose una ganancia por unidad y un retorno por \$US1.00 revertido de costo variable ampliamente superior.

Algunas características que deben resaltarse y que afectan al sistema tradicional y que es producto de su propio esquema operativo, un tanto desordenado son las siguientes:

- La explotación al llevarse a cabo casi durante todo el año hace que muchas trozas se pierdan en el bosque, patios de acopio y aserraderos al no poderse llegar a ellas en la época lluviosa particularmente.
- El número físico de trozas a veces supera la capacidad productiva de aserrío de la empresa, al no existir mercado local y externo para la madera. Al regular esta circunstancia, el ritmo del aserradero, la madera simplemente que se procesa es la que se necesita. El resto es dejada a la intemperie y simplemente se hecha a perder.

- El sistema de pago de incentivos de las cuadrillas, premia la cantidad sobre la calidad, lo cual contribuye aún más al desperdicio final.

Pareciera útil por los argumentos anteriores y por los resultados obtenidos en términos de ganancia y retorno, que la empresa piense seriamente en los beneficios económicos que se podrían obtener de una racionalización de sus operaciones de pre-aprovechamiento.

El efecto de una fase de pre-aprovechamiento más ordenada, se reflejó en una mayor productividad unitaria en las fases posteriores, al saberse exactamente que se extraería, donde estaban ubicados los árboles y a través de que caminos se sacarían.

El resultado evidente fue que al ser la extracción más ordenada, lo que se identificó que era un producto superior en términos de árboles con mejor conformación y dimensiones más económicas, lo cual hizo que el rendimiento industrial fuese mayor.

Por otra parte, como no se extrajo mucho más de lo previsto, al poderse armonizar la oferta de madera en troza con la demanda, las pérdidas por deterioro, por sobreproducción; por árboles cortados y no ubicados y las largas espera en los patios de acopio y aserrado conducentes al deterioro de las trozas por efecto del clima y de otros factores, se redujo con un resultado global altamente positivo.

La diferencia de costos esta dada por el tiempo en el que se realizaron los trabajos, ya que no consideran el no trabajar en la época lluviosa y el nivel de planificación y de eficiencia en cada una de las labores realizadas.

Los altos costos por hectárea y por árbol, se ven reflejados en la cuidadosa planificación de las diferentes actividades como la corta, construcción de caminos, arrastre y transporte, al que tuvo que ser sometido el modelo, a fin de garantizar que las operaciones sean las que menos dañinas al bosque, así como la necesidad de capacitar paralelamente al personal ejecutor de cada una de las actividades.

Sin duda alguna la planificación del aprovechamiento resulta ser beneficioso ya que permite aprovechar mayor cantidad de madera por área, en este caso por hectárea, por árbol y los rendimientos diarios también son mayores, por consiguiente las ganancias serán también mayores, a diferencia del sistema tradicional que no goza de una planificación y el seguimiento de las actividades en el bosque. Paralelo a esto se entiende que el contar con personal capacitado garantiza un elevado rendimiento e ingreso por hectárea aprovechada.

Aunque se presentan altos costos en la ejecución del modelo mejorado, las ganancias por hectárea, que se presenta al aplicar el modelo mejorado, así como el retorno por dólares de costo por hectárea hacen que este modelo sea el más rentable en casi el 100 por ciento mayor que el sistema tradicional de aprovechamiento forestal.

El principal resultado del trabajo es el mecanismo de planificación que comparado entre el sistema tradicional y el modelo mejorado, lo que supone varias alternativas para cada caso, sin embargo no hay que olvidar que el objetivo intrínseco era poder implementar la política de planificación en el aprovechamiento forestal, mostrando que no todas las actividades son negativas o requieren de una elevada inversión para cada actividad como muchos de los concesionarios suponían. El pretender obtener un mayor volumen estará siempre sujeto a una inversión segura que lo lleve a obtener un mayor porcentaje de ganancia por hectárea y/o por metro cúbico. Las inversiones iniciales deben ser prioritariamente en la capacitación efectiva del personal, sea este de campo, aserradero y el apoyo técnico con que cuentan las empresas para asegurar el éxito de la aplicación del modelo.

Cabe destacar que durante el desarrollo del modelo mejorado, el personal de campo y aserradero, a medida que se avanzaba con el trabajo, este era capacitado explicándoseles como había que proceder, lo que en muchas ocasiones ocasiono retrasos y discusiones, ya que no llegaban a comprender el sistema y muchas veces por cuestiones de índole ideológico, se oponían fuertemente a aceptar nuevas instrucciones de como hacer cada actividad, argumentando experiencia en el trabajo. En especial en las labores de construcción de caminos, corta de árboles y arrastre, así mismo en la corta de las trozas en el aserradero.

Las áreas donde se realizaron los trabajos, tanto el sistema tradicional como el modelo mejorado, se encontraban ubicados sobre áreas ya explotadas en años anteriores, por lo que es muy común encontrar caminos antiguos, lo mismos que fueron reabiertos durante el desarrollo del trabajo. Esto se da básicamente por que no se cuenta con un mapa de ubicación de las zonas ya aprovechadas, lo que induce como en nuestro caso a volver a extraer de los sitios ya aprovechados, esta diferencia es muy notoria, cuando se analizan los datos de rendimientos de construcción y porcentaje de área cubiertas por los caminos, en ambos sistemas de aprovechamiento forestal.

5.4 Volumen Vrs. Eficiencia : Análisis de sensibilidad y volumen de ingresos totales netos sobre costo variable.

5.4.1 Análisis de sensibilidad del rendimiento y su efecto sobre la ganancia por peso invertido sobre el costo variable.

Un elemento importante es intentar averiguar cual es el nivel de tolerancia a modificaciones en los rendimientos con respecto a la Ganancia por \$US1.00 invertido en la organización de la etapa de pre-aprovechamiento o sea realizar a la estructura operativa un análisis de sensibilidad.

El Cuadro 14 muestra que para obtener un retorno igual por \$US1.00 invertido sobre la base del sistema tradicional al que se obtiene en el modelo mejorado, habría que aumentar el rendimiento por hectárea de madera aserrada en 3,718 veces a un nivel de 1,5174 m³ de madera aserrada por hectárea. Esto representa ciertamente que la empresa reduzca la pérdida de las trozas en el sistema tradicional, mejorando el sistema de búsqueda y marcaje sustantivamente, dando un incentivo real por calidad de troza y no por cantidad como es ahora.

Cuadro 14 Análisis de sensibilidad del rendimiento por hectárea en M³ de madera aserrada, al elevar los volúmenes del sistema tradicional

Item	Sistema Tradicional	Modelo Mejorado
Costo Variable por hectárea	92,14	184,59
M ³ de madera aserrada por hectárea	1,5174	3,04
Precio de venta del M ³ de madera aserrada	402,8	402,8
Ingreso total por hectárea	611,20872	1 224,512
Ganancia por hectárea	519,06872	1 039,922
Retorno por \$US de costo variable por hectárea	5,63347862	5,63368547

El Cuadro 15 muestra que para obtener un retorno igual por \$US 1.00 invertido sobre la base del modelo mejorado al que se obtienen en el sistema tradicional, habría que reducir el rendimiento por hectárea de madera aserrada a un nivel de 0,64 m³ de madera aserrada por hectárea. Esto representa ciertamente que la empresa haga tan mal la operación de pre-aprovechamiento en el modelo mejorado que sería un grave error incurrir en tanto esfuerzo para un resultado económico tan pobre o hacer las cosas tan mal ciertamente no se justificaría.

Esto indicaría por otra parte que ciertamente si la empresa no estuviese interesada en el corto plazo, pero intenta en pasar del sistema tradicional al mejorado por razones organizativas. Si mejora el sistema tradicional actual, mediante la puesta en práctica de una serie de medidas gerenciales que son posibles en las actuales condiciones podría de hecho mejorar su rentabilidad en forma importante, como lo indica claramente el Cuadro 14.

Cuadro 15 Análisis de sensibilidad del rendimiento por hectárea en M³ de madera aserrada, al reducir el volumen del modelo mejorado

Item	Sistema Tradicional	Modelo Mejorado
Costo Variable por hectárea	92,14	184,59
M ³ de madera aserrada por hectárea	0,32	0,64
Precio de venta del M ³ de madera aserrada	402,8	402,8
Ingreso total por hectárea	128,896	257,792
Ganancia por hectárea	36,756	73,202
Retorno por \$US de costo variable por hectárea	0,3989147	0,39656536

5.4.2 Volumen de ingresos netos sobre costo variable

Otro de los argumentos esgrimidos por los grandes concesionarios de bosques, es que el hectareaje compensa en términos de volumen la baja ganancia por unidad explotada bajo el sistema de explotación tradicional. En términos económicos esto es un argumento erróneo y nos proponemos demostrar tal afirmación en el caso de la empresa estudiada.

Supongamos que el área de 16 000 hectáreas estudiada al dejar una ganancia por hectárea de \$US 36,75 nos genera un volumen total de ganancia de \$US 588 000. Si dividimos esta cifra entre la ganancia por hectárea del modelo mejorado de \$US 1 039,92 tenemos que ese volumen de fondos se podría generar en 565,48 hectáreas o sea en el 3,5% de las 16 000 hectáreas disponibles y explotadas en el sistema tradicional.

Por otra parte, en términos potenciales, de las 16 000 hectáreas explotadas en el sistema tradicional se podrían explotar 28,29 bloques de 565,48 hectáreas o sea, se estaría creando una rotación casi automática (ciclo de corta) de 28 años, período que ciertamente daría al bosque natural la capacidad de una mejor recuperación.

Lo anterior, que si aceptamos la hipótesis - *ceteris paribus* - comúnmente utilizada en economía se estaría garantizando durante 28 años un flujo anual al menos, sin actualizar de \$US 588 000 todos los años por tal período.

Los valores anteriores ciertamente son indicativos pero no concluyentes, sin embargo, si asumimos igualdad de períodos o sea 28 años de ciclo de corta. En el caso del sistema tradicional, tendría dos costos uno en el año 1 y otro en el año 28, con un valor presente de \$US 505 008 a una tasa de descuento del 18%.

Si a esas mismas 16 000 hectáreas se les explotasen en lugar de dos bloques, 16 000 en 28 años; 28 bloques de 565 hectáreas cada uno en 28 años, con flujo neto de efectivo de \$US 588 000 equivalente por año, con solo dos bloques explotados se generaría un valor presente equivalente de \$US 921 312 o sea 1,82 de RB/C o lo que es mejor en 13,15 meses el modelo

mejorado generaría un flujo igual en términos de valor presente al 18% que 16 000 hectáreas explotadas en el sistema tradicional explotadas dos veces en 28 años.

A estas alturas lo que se podría argumentar además a favor del modelo mejorado podría separarse en dos dimensiones: la económica y la ambiental.

a) En lo que respecta a los argumentos económicos tenemos:

- Menor necesidad de efectivo y como el lógico una menor carga financiera y montos de recursos más fáciles de conseguir.
- Mejor organización y eficiencia del trabajo en términos de eficiencia productiva.
- Mayor rendimiento y calidad de los árboles cortados y un mayor rendimiento industrial.
- Mejor control gerencial de la empresa en todo sentido al ser una unidad más compacta.
- Más fácil de coordinar la programación industrial con la explotación del bosque.
- Mejor manejo del recurso boscoso en general.

b) En lo que respecta al argumento ambiental tenemos:

- Menor daño por ser menos al área explotada cada año.
- Más fácil manejo de la recuperación de las áreas intervenidas.
- Más fácil de armonizar la explotación maderera con los otros servicios ambientales.
- Más fácil de certificar el manejo sostenible de los bosques explotados.

c) Con base en los anteriores argumentos, las tres medidas mínimas que en las actuales circunstancias se podrían tomar serían:

- Modificar el sistema de incentivos, haciendo más énfasis en la calidad de los árboles que en la cantidad de árboles identificados, marcados y cortados.
- Armonizar la oferta de madera con la demanda para el mercado interno y exportación con el fin de saber con cierto nivel de precisión cuanto es el requerimiento de madera que es necesario extraer.
- Reducir la corta hasta donde sea posible al periodo más seco del año y así mejorando sus condiciones de trabajo en el campo y los daños en patios de acopio como en el patio del aserradero.

Creemos que solo esas medidas quizás se podría obtener entre 0,5 a 1 m³ por hectárea de madera aserrada lo cual es un nivel que daría una rentabilidad mucho mayor que la actual por peso invertido de costo variable.

En el fondo el argumento final es hacer las cosas bien en el sistema tradicional, obviamente que el ideal sería pasar directamente al modelo mejorado, pero a veces en la realidad quizás lo más recomendable sería en una primera fase mejorar lo que se está haciendo y prepararse para el cambio de sistema más adelante, ya que el cambio de sistema, aunque representa acciones de manejo que son hoy tan comunes, que la pregunta sería que tan diferentes son a lo que hoy se está haciendo? y dar tiempo a que la empresa evolucione en sus patrones gerenciales.

Al final el cambio de sistema solo los dueños de la empresa están en condiciones de aprobar y es posible que se requiera cierto periodo de tiempo para que ellos se decidan y de esta forma es más fácil quizás hacerlo.

Los resultados obtenidos señalan una realidad casi evidente: no habría porque no planificar y racionalizar la explotación de las concesiones de que dispone la empresa, ya que se generaría más recursos económicos, las concesiones serían más fáciles de administrar y es pensable que el sistema haría en fin de cuentas menor daño al ambiente y al bosque tropical de Bolivia.

6. CONCLUSIONES

1. La fase de pre-aprovechamiento, llevada a cabo bajo el modelo mejorado fue superior en términos de eficiencia productiva y de costo equivalente de la materia prima en función del precio de venta en un 6,08%.
2. La fase de pre-aprovechamiento llevada a cabo con base en el modelo mejorado, facilitó la ejecución de las fases siguientes de extracción y post-aprovechamiento.
 - Los rendimientos por faena diaria del censo comercial, producción de los operadores de motosierra, así como los de arrastre, para el modelo mejorado son mayores que los reportados para el sistema tradicional. Es así que se produce un mayor volumen en rendimiento, en menos tiempo, tal como se esperaba para el aprovechamiento mejorado.
 - En la construcción de caminos bajo el modelo mejorado, este presenta el menor número, así como las distancia que recorren, a comparación de los construidos por el sistema tradicional.
 - Para el sistema tradicional los rendimientos de corta se vieron afectados por una mala capacitación de los operadores de motosierra, al igual que para el arrastre, el desconocimiento de la ubicación precisa de los árboles a extraerse, lo cual induce a un mayor costo e inversión en tiempo de trabajo y mano de obra.
 - Los rendimientos en el aserraje, para ambos tipos de aprovechamientos estudiados, difieren muy poco entre los resultados obtenidos, por la baja capacidad técnica de los operadores del aserradero y la maquinaria obsoleta que utilizan, sin dejar de lado la calidad y el tipo de madera que se procesa, factores que influyen en los rendimientos.
 - Los rendimientos del aprovechamiento, dieron como resultados entre 0,32 m³ y 3,04 m³ por hectárea, para el sistema tradicional y el modelo mejorado respectivamente.

3. La ganancia por hectárea y el retorno por \$US1.00 invertido en costo variable fue de 5,63 dólares en el modelo mejorado muy superior al 0,39 del sistema tradicional.
4. La explotación bajo criterios mejorados produce en 565,8 hectáreas los mismos resultados técnicos y económicos que las 16 000 hectáreas, lo cual contradice la idea de que es necesario explotar grandes extensiones para obtener volúmenes de ganancia total satisfactoria si se hacen las cosas bien.
5. En el caso de la empresa estudiada, es técnica, económica y ambientalmente más eficiente la aplicación del modelo mejorado de explotación de los bosques.

7. RECOMENDACIONES

1. Recomendar a la empresa la aplicación progresiva del modelo mejorado en su etapa de pre-aprovechamiento.
2. Recomendar a la empresa, la identificación del componente de costos fijos totales y unitarios para cada sistema.
3. Recomendar a la empresa analizar sus mercados actuales locales y potenciales de exportación; con el fin de armonizar mejor su proceso productivo e industrial para reducir costos totales y maximizar ingresos.

8. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGUIRRE, J. A. 1985. Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. Manual de instrucción programada. San José, Costa Rica, IICA. Serie LME No. 46. 191 p.
- _____. 1996. Economía forestal. Apuntes de Clase. Turrialba, C.R., CATIE. (mimeografiado) sp.
- ASHTON, P.; HOPKINS, L. ; WILLIAMS, W. 1980. El bosque natural: biología, regeneración y crecimiento de los árboles. In Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado actual de conocimientos. Roma, Italia. UNESCO/PNMA/FAO. p. 204-224.
- CAMINO de, R. 1990. La Sostenibilidad como concepto: Definiciones, consecuencias y el principio del rendimiento en el manejo forestal. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p.
- CAMINO de, R.; VALERIO, J. 1992. Planes de Manejo en bosques tropicales. V Curso intensivo de silvicultura u manejo de bosques tropicales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 58 p.
- CARRERA, F. L. 1993. Rendimiento y costos de las operaciones iniciales de manejo en un bosque primario de la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R. CATIE.91. p.
- CARRERA, F. ; PINELO. G. 1995. Practicas mejoradas para Aprovechamientos Forestales de Bajo Impacto. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Serie oficial, informe técnico No, 262. Publicación 1. Turrialba, CATIE. 61 p.

- CATIE, 1987. Análisis de costos y financiero de fincas pequeñas con sistemas mixtos de producción. Metodología y estudio de caso Jocoro, El Salvador. Preparado por Imbach, A. editado por teresa de Oñoro. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- CORDERO, W. 1987. Aprovechamiento forestal. Programa de Educación Continua, Departamento de Ingeniería Forestal, ITCR. Cartago, C.R. Taller de publicaciones, 37 p.
- CORDERO, W. 1989. Aprovechamiento forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de Apoyo Académico no. 8. 101 p.
- CORDECRUZ/GTZ. 1994. Plan de Uso del Suelo (PLUS). Proyecto de Protección de Recursos Naturales del Departamento de Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia, 66 p.
- DYKSTRA, D. ; HEINRICH, R. 1992. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. Unasyuva (FAO), 169(43):9-15
- _____. 1996. Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO. ROMA. FAO 85 p.
- FAO. 1974. La explotación maderera y el transporte de trozas en el monte alto tropical. Manual sobre producción y costos. Cuaderno de fomento forestal No.18. Roma, pp 5-26.
- _____. 1991. Sustainable development and mangement of land and water resourses. In Conference on agriculture and the Enviroment Rome, FAO/Ministry of Agriculture, Nature Manegement and Fisheries of the Netherlands. Background Document no.1.
- FINEGAN, B. 1991. Bases ecológicas para la silvicultura. Apuntes de Clase. Turrialba, C.R. CATIE (Mimeografiado) s.p.

- FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: estudio de caso en Costa Rica. Parte 1. chasqui. Turrialba, Costa Rica. no. 18: 3-24.
- FRISK, T.; CORDOVA, N. 1979. Estudio de rendimiento potencial de extracción forestal en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Proyecto PNUD/PER/78/003 (Perú). Documento de Trabajo no.1. 28p.
- GERWING, J.J.; JOHNS, J.S.; VIDAL, E. 1996. Reducción de desechos en la extracción y la elaboración de madera: la conservación del bosque en la Amazonía oriental. UNASYLVA (FAO), 187 (47): 17-25 p.
- GRAAF de, N. 1986. A Silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forests in Suriname. Wageningen, Netherlands, Agricultural University Wageningen. 250 p.
- HARTSHORN, G. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* (EE.UU.) 12 (supl.): 23-30 p.
- HENDRISON, J. 1990. Damage-controlled in managed rain forest in Surinam. Ecology and management of tropical rain forest in Suriname. Wageningen Netherlands. Wageningen Agricultural University, 204 p.
- HUTCHINSON, I. 1989. Las operaciones para el tratamiento silvícola. *In* II Curso Intensivo Internacional en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. (2 1989, Turrialba, C.R.) Turrialba, C.R. CATIE, 4 p.
- _____, 1992. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. *In* Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (3., 1992, Turrialba, C.R.) Turrialba, C. R. 46 p.
- IUCN, PNMA, WWF, 1989. Estrategia mundial para la conservación en los años noventa, primer borrador, 162p.

- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los trópicos y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Traducción: Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania. GTZ. 335p.
- LOMBARDI, Y. 1989. Los ecosistemas forestales tropicales y sus posibilidades de manejo. In Experiencias para el manejo del bosque húmedo tropical en el Perú. Proyecto FAO/JAPON " Manejo de recursos forestales tropicales en América Latina (Perú) Doc. no. 20., 4 -9 p.
- LÓPEZ, F.S. 1994. Determinación de la rentabilidad financiera y comparativa del manejo del bosque natural con respecto a la actividad ganadera. Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 115 p.
- MARM, M.; JONKERS, W. 1982. Logging damage in tropical high forest. Malasia Tropical Forest. Source of Energy through Optimization & Diversification. 27-39 p.
- MENDEZ, G. J. 1996. Determinación de Rentabilidad Financiera del Manejo del Bosque Natural en la Zona Norte de Costa Rica, en Fincas Propiedad de Asociados de CODEFORSA. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R. 188 p
- MEZA, 1994. Aprovechamiento mejorado. In Curso de Regencia Forestal, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Cooperativa de Capacitación de Profesionales de Ciencias Agrícolas. Resumen de Conferencia 22, 23, 24 de febrero de 1994. San José, Costa Rica.
- NEIL, P. 1981. Problems and opportunities in tropical rain forest management. Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Occasional Paper no.16. 152 p.
- NOACK, D. 1995. Como aprovechar mejor las maderas de los trópicos. Actualidad Forestal Tropical - OIMT, 3(2):12-13p

- PEÑA, F. F. 1996. Costos de Operaciones Iniciales de Manejo Forestal en la Zona de Lomerio. Proyecto BOLFOR. Curso Taller sobre Aspectos Financieros y Económicos del Manejo de Bosques Naturales. Santa Cruz, Bolivia. Mimeografiado, 16 p.
- PICADO, W. 1992. Investigación aplicada en el manejo del bosque natural secundario. Estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. 103 p.
- QUIROS D.; REICHE, C. en preparación. El manejo sustentable de un bosque tropical en Costa Rica: II Análisis Financiero. Colección Silvicultural y Manejo de Bosques Naturales. CATIE, Serie Técnica.
- _____, CAMPOS, J.J.; CARRERA, F.; CASTAÑEDA, F.; AUS DE BEEKC, R. 1995. Experiencias del CATIE en el desarrollo de sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto. Documento presentado en la Reunión de FAO/IUFRO, XX Congreso Mundial, Finlandia. 14p.
- REICHE, C. 1989. Manual para determinar rendimientos y costos de faenas de productos de los sistemas de árboles de uso múltiple. Turrialba, C. R. CATIE. 62p.
- _____. 1992. Aspectos económicos del manejo forestal. In V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (5, 1992, Turrialaba, C.R.), CATIE, 18 p.
- SABOGAL, C.; FINEGAN, B.; HUTCHINSON, I.; REICHE, C. 1993. El manejo sostenido de los bosques húmedos tropicales: El marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Ponencia magistral presentada al Y Congreso Forestal Centroamericano. Flores. Petén, Guatemala. 1993. 60 p.
- SARRE, A.; SOBRAL, M.F.; REIS, M. 1996. La amazonia asombrosa. Actualidad forestal tropical, OIMT, 4(4): 3-7 p.

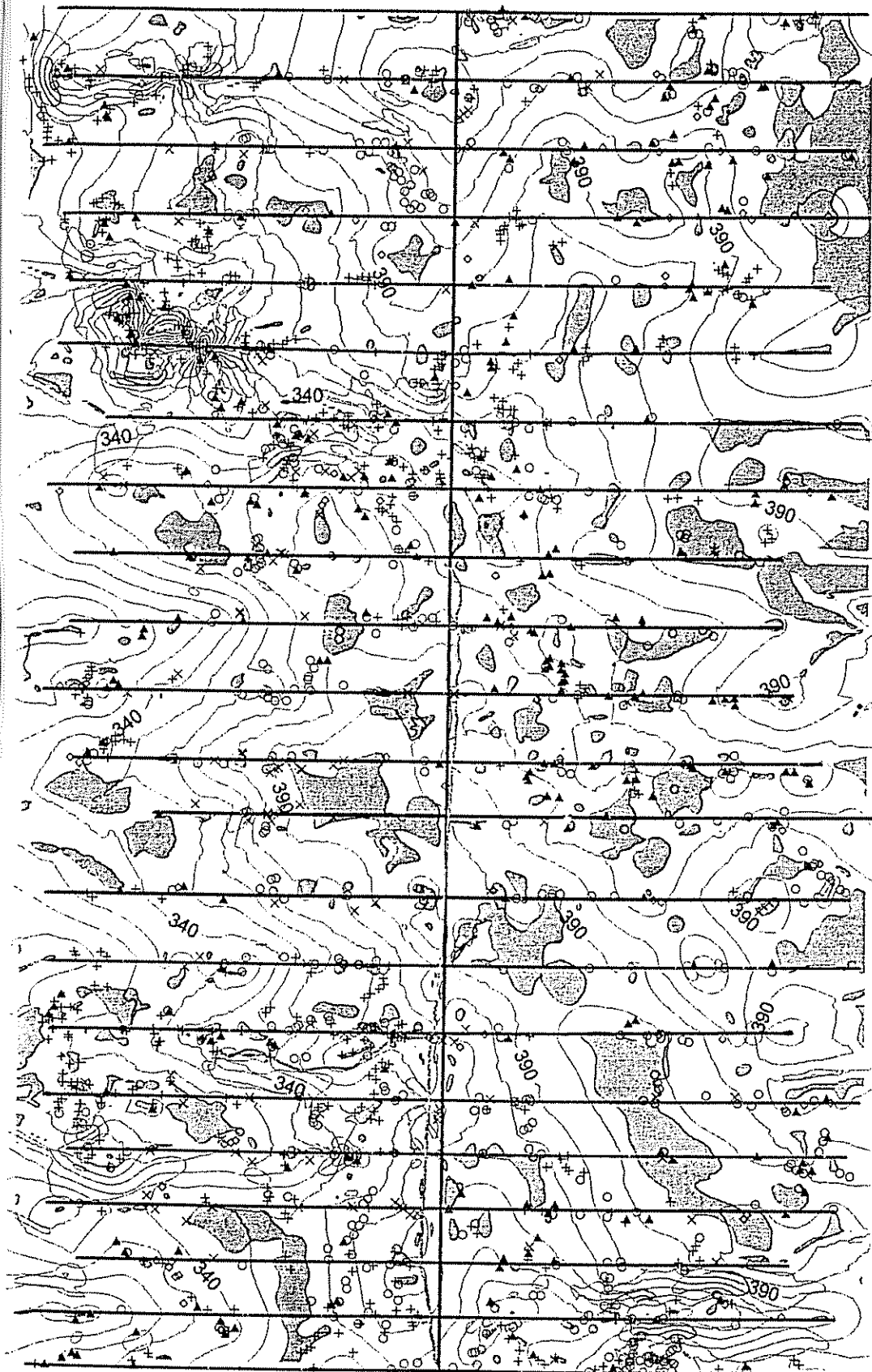
- SAGE, L. F. 1986. Administración de proyectos forestales. Departamento de Ingeniería Forestal. ITCR, Cartago, Costa Rica, 113 p.
- SCHMIDT, R. 1986. Problemas actuales sobre el manejo del bosque húmedo tropical. In Seminario Internacional sobre Manejo de Bosques Tropical Húmedo en la región de Centro América. SEMBOTH (1., 1986, Siguatepeque, Honduras) Honduras, ESNACIFOR, Siguatepeque, 1-29 p.
- _____, 1987. Ordenamiento de los bosques higrofitos tropicales. Unasyuva (FAO) 156 (39): 2-17p.
- SUPERINTENDENCIA FORESTAL. 1996. Ley Forestal, Santa Cruz, Bolivia. Comunicación personal.
- TANNER, H. 1997. Tala dirigida con motosierra en bosques tropicales. Serie técnica, Manual técnico No.23. Turrialba. COSUDE/CATIE, 165 p.
- UCA/CATIE. 1993. Aprovechamiento en el bosque tropical húmedo: estudio de caso en el sitio "Los Filos", Río San Juan, Nicaragua. Ed. por A. Castañeda, A. Castillo, C. Sobogal y F. Carrera. Universidad Centroamericana/Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza, C.R., CATIE. 41p.
- UNZUETA, O. 1975. Mapa ecológico de Bolivia; Memoria explicativa, MACA, La Paz, Bolivia. 309 p.
- UHL, C.; VIERIA, I.C.G. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Pará. Biotropica, 21:98-106 p.

WHITMORE, T. 1984. Tropical rain forests of the far east. London, Clarendon, Pres. 82p.

_____. 1991. An introduction to tropical rain forests. Oxford, G. B. Clarendon,
Pres. 226p.

9. ANEXOS

Anexo 1a. MAPA DE UBICACION DE ARBOLES A CORTAR BLOQUE 1997 (1000 HA). LA CHONTA, SANTA CRUZ, BOLIVIA



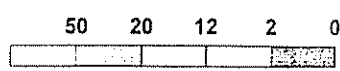
SIMBOLOGIA

- ▲ BIBOSI (FICUS INSIGNIS)
- + OCHOO (HURA CREPITANS)
- YEBLANCO (CARINIANA DOMESTICA)
- ◇ OCOROSILLO (SPONDIAS MOMBIN)
- × SEREBO (SCHIZOLBIUM AMAZONICUM)

CURVAS DE NIVEL

LINEAS DE LEVANTAMIENTO

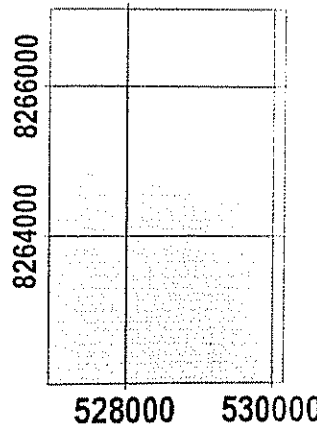
CATEGORIAS DE PENDIENTE EN GRADOS



ESCALA GRAFICA



UBICACION CARTOGRAFICA



Anexo. 2a. Resumen de los rendimientos de la búsqueda de árboles y censo comercial, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.

Tipo de aprovechamiento	Actividad	Total de árboles censados	Tiempo total requerido	Promedio de árboles por día	Promedio de m ³ / día	Promedio m ³ por hora	Area cubierta por día (ha)	% del tiempo total utilizado
Sistema tradicional	Búsqueda de árboles	17502	9973.6	67.31	202.84	5.58	61.53	n.a
	- Traslado		9					6.5
Modelo mejorado	- Censo y lev. topográfico	1522	96	75.34	387.81	57.19	75	70
	- Tiempos muertos		21					15
	- Retorno		11					8
	Total		137					

n.a = no aplica en el sistema

Anexo. 3a. Resumen de los rendimientos para la reapertura y construcción de caminos, bajo el sistema tradicional y el modelo mejorado

Tipo de aprovechamiento	Tipo de máquina	Actividad	Tiempo total requerido (hr)	Tiempo promedio por día (hr)(**)	Área promedio por día (ha)	Ancho de caminos (m)(***)	Área total cubierta (ha)	% de área
Sistema tradicional (*)	- Moto-niveladora	Reapertura	150	8	8.48	8	384	2.4
	- Tractor de Oruga D6	Construcción	510	1.59	1.04	6	344.8	2.15
	- Tractor Skidder	Construcción	110	1.57	0.4	4	29.6	0.18
		Reapertura	20	0.08	1.44	4	374.4	2.33
	Total		790		10		80	0.5
Modelo mejorado (*)	- Moto-niveladora	Reapertura	11	0.8	4.56	8	6.08	2.43
	- Tractor de Oruga D6	Construcción	20	1.5	0.15	6	0.48	0.19
	- Tractor Skidder	Reapertura	36	2.7	1.51	6	7.62	3.04
		Construcción	7	0.5	0.4	4	0.41	0.16
	Total		81	0.6	0.55	4	0.89	0.35
				0.88		0.88	0.88	0.35
							15.47	6.18

(*) La área de trabajo ya contaban con caminos y vías de arrastres antiguas, las mismas que fueron reabiertas para la ejecución del aprovechamiento forestal, esto da como resultado los bajos porcentajes de caminos contruidos, así mismo las áreas reabiertas son mayores. En el caso del sistema tradicional, no se logra diferencia que camino fue construido o reabierto, por que no llevan registros de esta actividad.

(**) 1 jornal = 8 horas de trabajo hombre

(***) La diferencia del ancho de los caminos, está de acuerdo al tamaño de la pala que tiene cada máquina, y el tipo de caminos que se construye, así como el requerimiento de cada caminos: reapertura y/o construcción.

Anexo.3b. Resumen de los rendimientos de la corta de árboles, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.

Tipo de aprovechamiento	Actividad	Tiempo total requerido (hr)	Tiempo promedio por día (hr)	No. total árboles cortados	Promedio de árboles cortados / día	Promedio de m3 / árbol	Promedio de m3 / día	Promedio de m3 / hora	% del tiempo total
Sistema tradicional	Corta de árboles	4298.3	16.53	17502	67.31	3.01	202.84	12.26	n.a
Modelo mejorado	- Traslado al bosque	28.6							25.2
	- Limpieza	1.8							1.6
	- Corta de árboles	24.7	2.05	204	6.8	8.59	58.41	15.49	21.8
	- Desrame y despunte	28.1							24.8
	- Tiempos muertos	13.6							12
- Retorno	16.3							14.4	
	Total	113.1							
Especies	- <i>Cariniana domestica</i>	58.6		123	10.25	3.28		6.88	51.95
	- <i>Cariniana estrellensis</i>	0.9		3	0.25	3.12		10.4	0.79
	- <i>Ficus insignis</i>	41.6		51	0.25	8.19		10.05	36.87
	- <i>Hura crepitans</i>	10.1		23	4.25	39.83		90.71	8.95
	- <i>Spondias mombin</i>	1.6		3	0.25	2.19		4.1	1.41

n.a = no aplica en el sistema

Anexo.3c. Resumen del rendimiento del arrastre de trozas, bajo el sistema tradicional y el modelo mejorado

Tipo de aprovechamiento	Actividad	Tiempo total requerido (hr)	Tiempo promedio por día (hr)	No. total de árboles arrastrados	Promedio de árboles arrastrados / día	Promedio de m3 / árbol	Promedio de m3 / día	Promedio de m3 / hora	% del tiempo total	
Sistema tradicional	Arrastre de árboles	3060.75	11.55	17502	67.31	3.01	202.6	17.23	n.a	
Modelo mejorado	-Traslado al bosque	63.2							40.6	
	- Amarre	5.4							3.46	
	-Arrastre de árboles	66.1	5.49	204	10.2	8.59	87.6	10.63	42.45	
	- Descargado	14.2							9.12	
	- Tiempos muertos	1.8							1.15	
- Retorno	14.2							9.12		
	Total	164.9								
Especies	-Cariniana domestica	89.8		123	5.97	3.28	19.58	4.49	57.38	
	-Cariniana estrellensis	2.6		3	2.14	3.12	6.67	3.6	1.66	
	-Ficus insignis	51		52	2.52	8.04	20.26	8.19	32.58	
	-Hura crepitans	10.2		23	1.11	39.83	44.21	89.82	65.1	
	-Spondias mombin	2.9		3	2.14	2.19	4.68	2.26	1.85	

n.a = no aplica en el sistema

Anexo. 3d. Rendimiento de la transformación de madera en troza a madera aserrada por especie, para el sistema tradicional y el modelo mejorado.

Tipo de aprovechamiento	Especie	Número de árboles en troza	Volumen obtenido en troza (m ³)	Volumen obtenido en madera aserrada (m ³)	Rendimiento de troza a madera aserrada
Sistema tradicional	Mara	2413	4860.8	713.34	
	Cedro	1155	2818.8	341.23	
	Ochoo	5034	27735.3	3504.13	
	Bibosi	2066	17325.7	611.06	9.80%
	Total	17502	52740.5	5169.76	
Modelo mejorado	Yesquero blanco	123	403.56	148.49	
	Yesquero negro	3	9.36	n.as	
	Bibosi	51	418.72	220.44	43.37%
	Ochoo	23	916.18	329.31	
	Ocorosillo	3	6.57	n.as	
Total	204	1754.39	761.31		

n.as = especies que no fueron aserradas para la venta, sino para ensayos de la empresa.

Anexo. 4a. Costos unitarios de la producción bajo el sistema tradicional en 16 000 ha, por la Gestión 1996.

Actividad	Costo (\$US)	\$US / ha	\$US / m ³ madera en troza	\$US / Arbol	%
a) Pre-extracción					
Búsqueda de arboles	143032.48	8.94	2.71	8.17	11.44
Sub total	143032.48				
b) Extracción					
Corte de arboles	23516.76	1.47	0.45	1.34	1.88
Rodeo	261052.92	16.32	4.95	14.92	20.89
Caminos	106488.20	6.66	2.02	6.08	8.52
Tronqueo	128180.90	8.01	2.43	7.32	10.26
Servicios generales	55905.96	3.49	1.06	3.19	4.47
Maestranza	32896.36	2.06	0.62	1.88	2.63
Sub total	608041.10	38.00	11.52	34.74	
c) Aserradero					
Aserraje	251119.49	15.69	4.76	14.35	20.09
Tableo	112239.33	7.01	2.13	6.41	8.98
Sub total	363358.82	22.70	6.88	20.76	
d) Administración					
Producción	43236.46	2.70	0.82	2.47	3.46
Costo 8 1/2	92218.86	5.76	1.75	5.27	7.38
Sub total	135455.32	8.46	2.56	7.73	
TOTAL	1249887.72	78.12	23.70	71.41	100.00

Anexo. 4b. Costos unitarios de producción bajo el modelo mejorado : pre-aprovechamiento y administración en 1 500 Ha.
para la gestión 1997.

Actividad	Costo (\$US)	\$US / ha	\$US / m3	\$US / Arbol	%
a) Pre-aprovechamiento					
Censo comercial / Lev. Top.	16071.09	10.71	2.05	10.56	62.11
d) Administración					
Aserradero Guayos: Censo	1603.03	1.07	0.20	1.05	6.20
Central 8 1/2 : Censo	8200	5.47	1.05	5.39	31.69
TOTAL	25874.12	17.25	3.30	17.00	100.00

Anexo. 4c. Costos unitarios del aprovechamiento para la producción bajo el modelo mejorado en 250 Ha, para la gestión 1997.

Actividad	Costo (\$US)	\$US / ha	\$US / m3 madera en troza	\$US / Arbol	%
b) Aprovechamiento					
Corte de arboles	1804.67	7.22	1.03	8.85	5.12
Construcción de caminos	6011.88	24.05	3.43	29.47	17.05
Arrastre de arboles	4946.09	19.78	2.82	24.25	14.03
Carga de rolas	2688.17	10.75	1.53	13.18	7.62
Transporte de rolas	5340.67	21.36	3.04	26.18	15.14
Maestranza	1449.42	5.80	0.83	7.11	4.11
Almacén	472.23	1.89	0.27	2.31	1.34
Servicios generales	1180.85	4.72	0.67	5.79	3.35
Sub total	23893.98	95.58	13.62	117.13	
c) Post-aprovechamiento					
Aserradero	5265.58	21.06	3.00	25.81	14.93
Carpintería	302.48	1.21	0.17	1.48	0.86
Sub total	5568.06	22.27	3.17	27.29	
d) Administración					
Aserradero Guarayos: Aprov.	1603.03	6.41	0.91	7.86	4.55
Central 8 1/2 Aprov.	4200	16.80	2.39	20.59	11.91
Sub total	5803.03	23.21	3.31	28.45	
TOTAL	35265.07	141.06	20.1	172.86	100.00