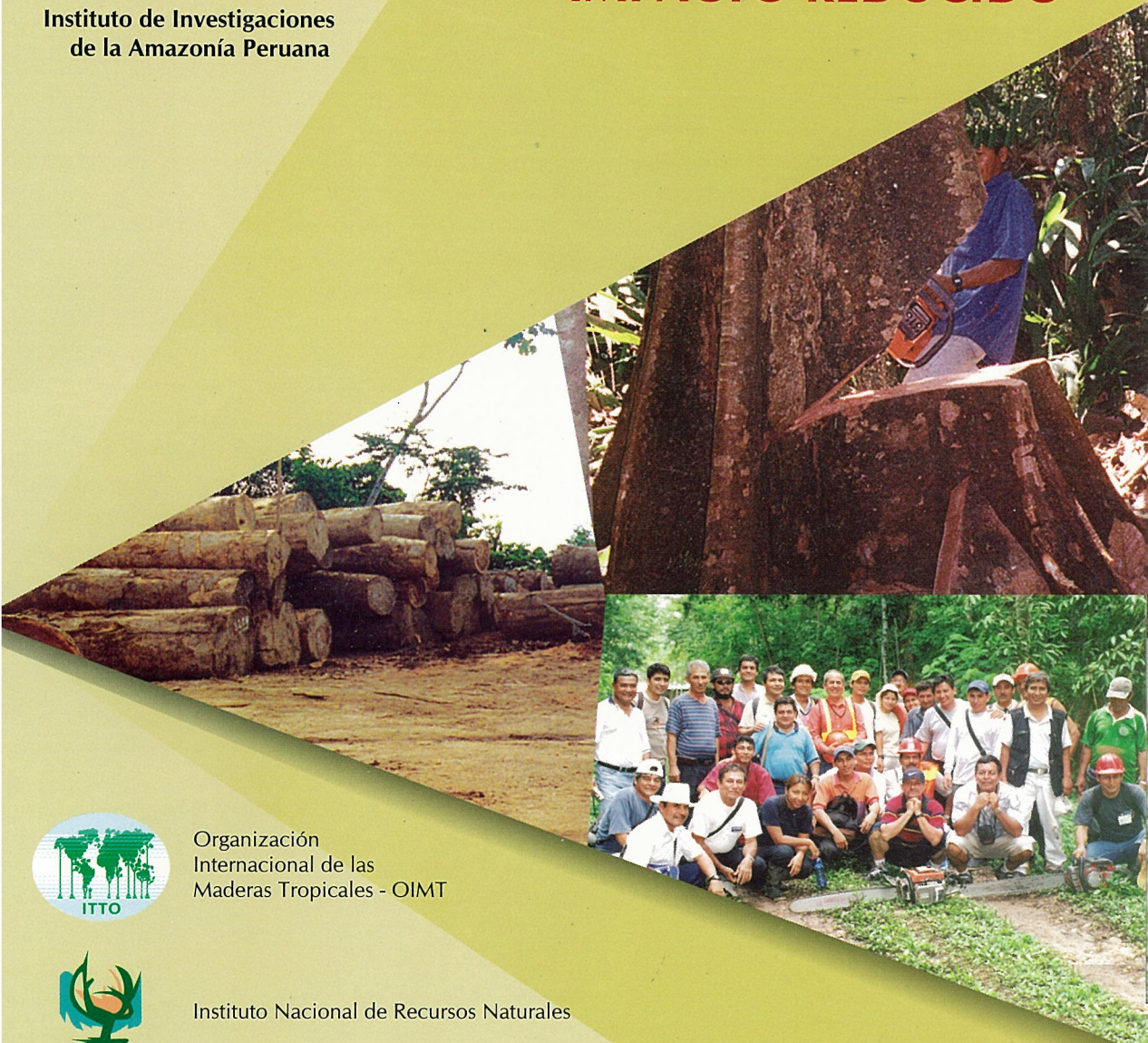




Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

MANUAL TÉCNICO APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO



Organización
Internacional de las
Maderas Tropicales - OIMT



Instituto Nacional de Recursos Naturales



Proyecto PD 178/02(F) "Programa de
Información y Capacitación en Manejo Forestal
Sostenible en la Amazonía Peruana SIMFOS"

**Documento
Técnico
Nº 6**

Iquitos - Perú

Manual Técnico

Aprovechamiento forestal de Impacto Reducido

Documento Técnico N° 06

Instituciones ejecutoras



**Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana**



**Organización Internacional
de las Maderas Tropicales - OIMT**



**Instituto Nacional
de Recursos Naturales**

IQUITOS - PERÚ

Proyecto: "Programa de Información y Capacitación en Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía Peruana"

Fotografías
Proyecto OIMT - SIMFOS

El presente documento ha sido realizado con financiamiento de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales - ITTO, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, en el marco del Proyecto de Información y Capacitación en Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía Peruana - SIMFOS.

© 2004, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP
Proyecto Programa de Información y Capacitación en Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía Peruana
SIMFOS
Av. Abelardo Quiñones km 2,5
Apto. 784 - Teléfonos: (065) 265515 - 265516 Anexo 270, Fax: (065) 265527

Imprenta: ESERGRAF
Diseño y diagramación: Miguel Alvarez A. y Nilton Zelada M.

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente, citando la fuente
Hecho en el Perú

REPÚBLICA DEL PERU

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP

Dr. Dennis del Castillo Torres
Presidente

Programa de Ecosistemas Terrestres (PET)

Dr. Carlos Linares Bensimón
Director

Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT)

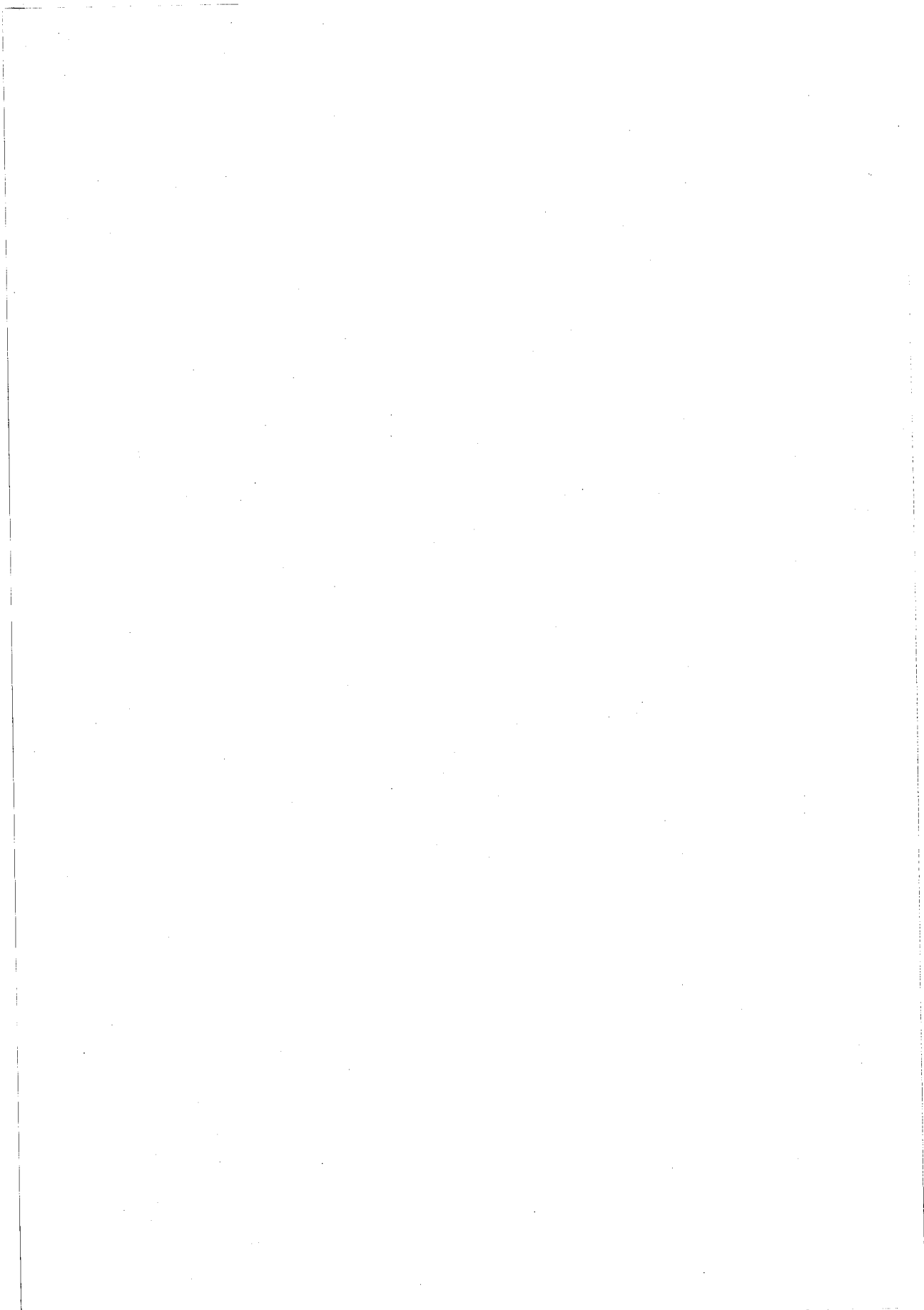
Dr. Manoel Sobral Filho
Director Ejecutivo

División de Ordenación y Repoblación Forestal

Ing. John Leigh
Director de Proyectos

**Proyecto PD 178 702 (F) "Programa de Información y Capacitación en
Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía Peruana - SIMFOS"**

Ing. Miguel Ocampo Pizarro
Coordinador de Proyecto



Presentación

El presente manual, constituye uno de los productos del Proyecto PD 178/02 Rev. (F) «Programa de Información y Capacitación en Manejo Forestal Sostenible en la Amazonía Peruana - SIMFOS», ejecutado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP, y la Organización Internacional de las Maderas Tropicales - OIMT, y el apoyo del Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, a fin de contribuir con el Manejo Forestal Sostenible en los Bosques Amazónicos del Perú.

Los objetivos que persigue el manual son:

- Reforzar conocimientos de los profesionales y operadores forestales, sobre la importancia de la conservación de los recursos maderables de los bosques tropicales.
- Comprender la complejidad del aprovechamiento de los bosques tropicales y la necesidad de emplear conceptos y criterios técnicos en su realización.
- Realizar operaciones de aprovechamiento racionales, que a la vez que ocasionen el menor daño al recurso, minimicen los costos y ofrezcan seguridad a los trabajadores.

El contenido del presente manual fue presentado y validado en el Seminario Taller: «Aprovechamiento de Impacto Reducido», realizado en la ciudad de Pucallpa del 29 noviembre al 04 diciembre del 2004, con la asistencia de profesionales forestales, técnicos y operadores de campo y titulares de las concesiones forestales de las regiones Loreto, San Martín, Ucayali y Madre de Dios.

El manual fue elaborado por el Ing. René Campos Romero, catedrático de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, consultor contratado por el Proyecto y profesional de reconocido renombre en

esta área específica del Sector Forestal. Agradecemos el aporte, en la revisión del presente manual, de los ingenieros Milo Bozovich, Catedrático de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, Ing. Francisco Reátegui, Especialista del IIAP, y el Ing. Miguel Ocampo, Coordinador del Proyecto PD 178/02(F) SIMFOS.

Es de esperar que los contenidos presentados en el manual puedan ser aplicados por los principales actores del Sector Forestal, especialmente por los profesionales de campo, operadores de extracción y por los gerentes de las concesiones y permisos forestales a fin de poder alcanzar mayor eficiencia en el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales en el Perú.

Proyecto PD 178/02 (F) SIMFOS.

Índice

1. GENERALIDADES	13
1.1. Productos por aprovechar	13
1.2. Contexto en el que debe desarrollarse el aprovechamiento	13
1.3. Esfuerzos para asegurar la sostenibilidad de los bosques tropicales	15
1.4. Técnicas de aprovechamiento que aseguren la sostenibilidad de los bosques tropicales	15
1.5. Ubicación e importancia del aprovechamiento forestal	16
1.6. Situación y características del aprovechamiento forestal en el país	17
1.7. Sistemas de aprovechamiento usados en el país	17
2. APROVECHAMIENTO TRADICIONAL O CONVENCIONAL (AC)	18
3. BASES Y NOCIONES DEL APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO (AIR)	18
3.1. Descripción del aprovechamiento forestal de impacto reducido	20
3.2. Planes de aprovechamiento	20
3.3. Comparaciones entre el Aprovechamiento Convencional (AC) y el Aprovechamiento de Impacto Reducido (AIR)	21
3.4. Trabajos de pre extracción	22
3.5. Factores que influyen en las operaciones de aprovechamiento forestal	22
3.6. Elección de tecnología	22
3.7. Elección del método de aprovechamiento	23
3.8. Características de los principales métodos de desembosque	24
4. INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO	24
4.1. Red de caminos	24
4.2. Situación y problemática que presentan los bosques en la construcción de carreteras	25

4.3. Características de las carreteras forestales	27
Especificaciones técnicas	
4.4. Planificación de la red de caminos	29
4.5. Determinación del espaciamiento en caminos temporales	29
4.6. Determinación de la calidad de una carretera	31
4.7. Sistemas de apertura de redes y trazado de caminos	31
4.8. Localización de la carretera a media ladera	34
5. PLANEAMIENTO GENERAL DE CARRETERAS	35
5.1. Trazado de los caminos en laboratorio	35
5.2. Reconocimiento directo del área	36
5.3. Puntos principales positivos	36
5.4. Puntos principales negativos	36
5.5. Medida de alturas	36
5.6. Trazado del plano general de la red	37
5.7. Informe técnico	37
6. PLANEAMIENTO DETALLADO DE UNA CARRETERA	37
6.1. Localización del eje central	37
6.2. Instrumentos y materiales	38
6.3. Personal y rendimiento	38
6.4. Localización del eje central en terrenos planos	38
6.5. Estacado de las tangentes	39
6.6. Intercesión de las tangentes	39
6.7. Medición de las tangentes hasta el punto de intercesión	39
6.8. Medición del ángulo de intercesión	39
6.9. Replanteo de curvas	39
7. CONSTRUCCION DE CARRETERAS	40
7.1. Operaciones básicas	40
7.2. Drenaje y obras de arte	41
8. PATIOS DE TROZAS	45
9. INVENTARIO DETALLADO (COMERCIAL)	45
10. OPERACIONES DE CORTA	47
10.1. Tumbado	47
10.1.1. Operaciones complementarias:	48
10.1.2 Normas a tener en cuenta en la determinación de la dirección de caída:	48

10. 1.3 Equipo para el tumbado con motosierra	50
10.1.4 Ejecución del tumbado	50
10.1.5 Técnicas de tumbado con motosierra	50
10.1.6 Pérdidas de madera en el tumbado	55
10.2 Despunte	55
10.3. Trozado	56
10.3.1. Técnicas de trozado con motosierra	57
11. DESEMBOSQUE	60
11.1. Desembosque con tractores forestales	60
12. NORMAS DE SEGURIDAD	62
12.1. Normas para el uso de motosierras	63
12.2. Normas para el uso de tractores forestales	63
13. NORMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	64
14. CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE APROVECHAMIENTO	65
15. COSTOS DE APROVECHAMIENTO	66
BIBLIOGRAFÍA	73

1. GENERALIDADES

El aprovechamiento de los productos que brindan los bosques, (madera, frutos, resinas, etc.), consiste en una serie de actividades encaminadas a su cosecha y el transporte de los productos, desde donde se encuentra el árbol, hasta el lugar de su comercialización. La finalidad es:

“Producir la cantidad y calidad de materia prima cuándo y dónde se necesite, a un costo mínimo, teniendo en cuenta las políticas y normas gubernamentales y también los impactos sociales y ambientales”.

1.1. Productos por aprovechar

Los bosques proporcionan valores tangibles e intangibles, entre los primeros tenemos la madera, principal producto de los bosques y otros productos no maderables, (taninos, resinas, productos medicinales, frutas, aceites, etc.), que tienen valor comercial. Los productos intangibles, (protección del suelo, mejoramiento del medio ambiente, conservación de flora y fauna silvestre, conservación de la biodiversidad, aumento de la escurrentía, belleza escénica y otros),

no son realmente vendibles. Por ello, todo bosque manejado debe producir una sustancial ganancia por la comercialización de los productos tangibles, los valores intangibles sólo pueden ser mantenidos con fondos generados por otras actividades productivas.

1.2. Contexto en el que debe desarrollarse el aprovechamiento

El relativo bajo valor de los productos forestales, los lugares de ubicación de los bosques, las grandes distancias de transporte, etc. hacen del aprovechamiento un proceso muy complejo y costoso.

Los movimientos ecologistas y su posición de que no se aprovechen los bosques, especialmente los tropicales, constituye un fuerte competidor por el uso del bosque. Los países desarrollados presionan a los países con bosques tropicales estableciéndoles restricciones en la comercialización de los productos.

El contexto en el cual debe desarrollarse el aprovechamiento de los bosques tropicales está influenciado entre otros por:

- Desarrollo tecnológico y dependencia.
- Globalización de mercados.
- Políticas gubernamentales erráticas.
- Presiones ecológicas.
- Poca oferta de inversiones.
- Mercados exigentes.
- Precios bajos de la madera.

En este contexto ¿constituyen los bosques tropicales un recurso importante? ¿si no los aprovechamos se conservarán?, ¿Cómo debemos aprovecharlos?

- ❖ Si queremos que áreas importantes de nuestros bosques tropicales se conserven para el futuro, sus recursos deben aprovecharse. De otra manera la población local, políticos y personal directivo del sector agrario seguirán minimizando su valor a largo plazo, salvo como una posible fuente de tierras para la agricultura u otros usos intensivos
- ❖ En las tres últimas décadas la supervivencia de los bosques tropicales ha asumido tanta importancia que se considera un problema ambiental de primer orden, porque como ecosistema constituye la reserva más grande de biodiversidad que queda en la Tierra, y este ecosistema se está degradando o eliminando a un ritmo alarmante, principalmente mediante la conversión del suelo a otros usos como la agricultura y

la ganadería. Los motivos de esta tendencia varían, pero en términos generales son el resultado de una combinación de: I. pobreza extendida, II. crecimiento demográfico y III. políticas gubernamentales que fomentan la ocupación de los bosques.

- ❖ Aunque la deforestación ocurre mayormente como consecuencia del desmonte con fines agrícolas y ganaderos, la extracción de madera de los bosques tropicales muchas veces se percibe, especialmente por los habitantes de los países desarrollados, como una fuerza destructiva de grandes proporciones. Lo cierto es que cuando se aprovecha el bosque irracionalmente, carente de planificación y supervisión, se producen daños innecesarios a los árboles residuales y demás vegetación, suelos, corrientes de agua, vida silvestre y otros recursos forestales no maderables. Así, aunque operaciones de este tipo rara vez provocan la deforestación en forma directa, puede ser que empobrezcan el bosque, retarden su crecimiento o lo dejen más vulnerable a una mayor degradación por los seres humanos u otros agentes destructores.
- ❖ Los bosques tropicales representan un recurso económico sumamente importante que debe ser mantenido en condiciones sanas y productivas. Además de los beneficios económicos que puede aportar, los bosques tropicales brindan importantes servicios ambientales como la protección de

cuencas, la regulación del clima local, la protección y mejoramiento del suelo y la provisión de hábitats para plantas y animales silvestres. Asimismo, para la humanidad brindan una amplia gama de beneficios culturales, espirituales y recreativos. Todos estos valores pueden dañarse o afectarse por la ejecución de malas prácticas de aprovechamiento.

1.3. Esfuerzos para asegurar la sostenibilidad de los bosques tropicales

Los esfuerzos para asegurar la sostenibilidad de los bosques tropicales deben proceder simultáneamente de dos frentes:

- ❖ El sociopolítico: creando las condiciones económicas, sociales y políticas que permitan perpetuar los bosques.
- ❖ El tecnológico: aplicando normas ambientalmente atinadas y económicamente aceptables de aprovechamiento, que al mismo tiempo fomenten la sostenibilidad de los valores maderables y no maderables del bosque.

1.4. Técnicas de aprovechamiento que aseguren la sostenibilidad de los bosques tropicales

El término técnicas de aprovechamiento se refiere al uso de principios científicos y de ingeniería, los cuales en combinación con la educación y la capacitación permiten mejorar la utili-

zación de la mano de obra, las máquinas y equipos usados y los métodos de operación.

Dos requisitos esenciales deben imponerse en las operaciones de aprovechamiento para sustentar tanto los valores maderables como los no maderables del recurso (Dykstra y Heinrich, 1996):

- ❖ Las operaciones deben efectuarse de manera que no degraden seriamente los valores no maderables del recurso, y
- ❖ Las operaciones deben dejar al 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.

La clave para el logro de la sostenibilidad de los bosques tropicales, durante el aprovechamiento, es la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos en lo que a seis actividades críticas se refiere:

1. Planificación del aprovechamiento.
2. Diseño, construcción y mantenimiento de caminos.
3. Tumbado de árboles.
4. Desembosque.
5. Transporte.
6. Evaluación ex - post del aprovechamiento.

1.5 Ubicación e importancia del aprovechamiento forestal

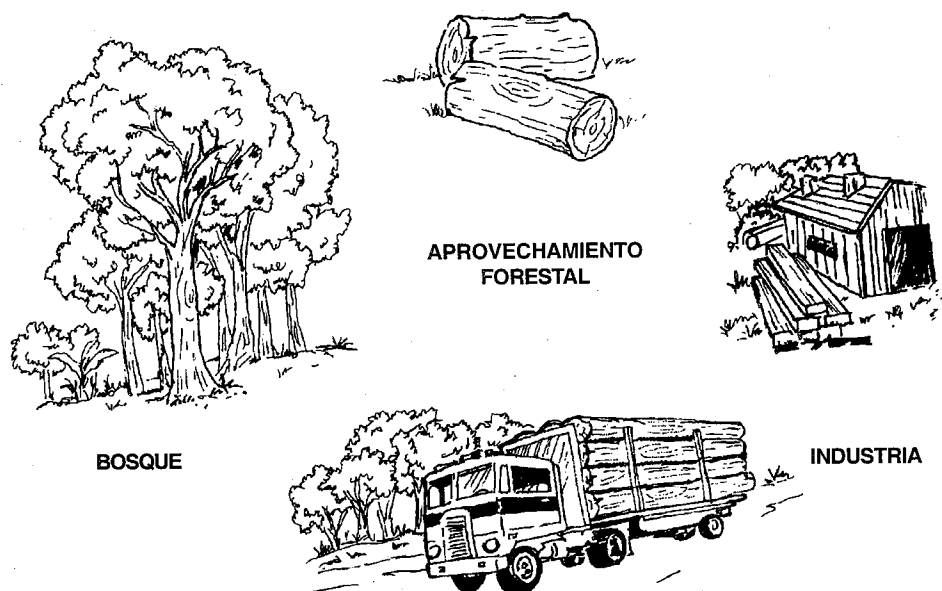


Figura 1. Ubicación del aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal es una actividad que separa o delimita un proceso biológico de crecimiento de los árboles en el bosque, de un proceso de transformación mecánica o química de la madera u otros productos en las industrias. Constituye, pues, un eslabón que influye decisivamente en la rentabilidad y continuidad, tanto del bosque como de la industria.

Los costos de aprovechamiento tienen gran incidencia en el costo de la madera puesta en planta de procesamiento. Podemos ver, en el caso de maderas valiosas como la caoba, el precio que se paga por la madera al estado natural, canon forestal al año 2001, era S/. 50.00 por metro cúbico, representando el 5,4 % del precio de la madera rolliza puesta en

planta. Para el caso de las maderas corrientes, grupo C, el canon forestal para el año 2001 era S/. 4,0 /m³ representando el 3,5 % del valor de la madera rolliza puesta en planta.

Como puede apreciarse, la incidencia de los costos de extracción y transporte representan el mayor porcentaje, y son elevados, dejando poco margen de rentabilidad para el bosque.

De otro lado, las industrias para ser competitivas y mantener mercados precisan materia prima a bajo costo. Por tanto, operaciones de aprovechamiento realizadas con poco criterio técnico no permiten o restan rentabilidad a acciones de manejo del bosque y crean inestabilidad a las industrias.

1.6. Situación y características del aprovechamiento forestal en el país

La situación y características de los aprovechamientos forestales en el país difieren considerablemente en función de su situación geográfica y capacidades, de una manera general, podemos decir que se encuentran poco desarrollados y presentan las siguientes características:

- ✓ Uso de métodos de aprovechamiento selectivo.
- ✓ Los criterios empleados en la realización de las operaciones han surgido como la manera de acomodarse a la ejecución de una actividad temporal.
- ✓ El aprovechamiento forestal en el país aún adolece de conceptos que le son precisos para su realización.
- ✓ La mano de obra utilizada carece

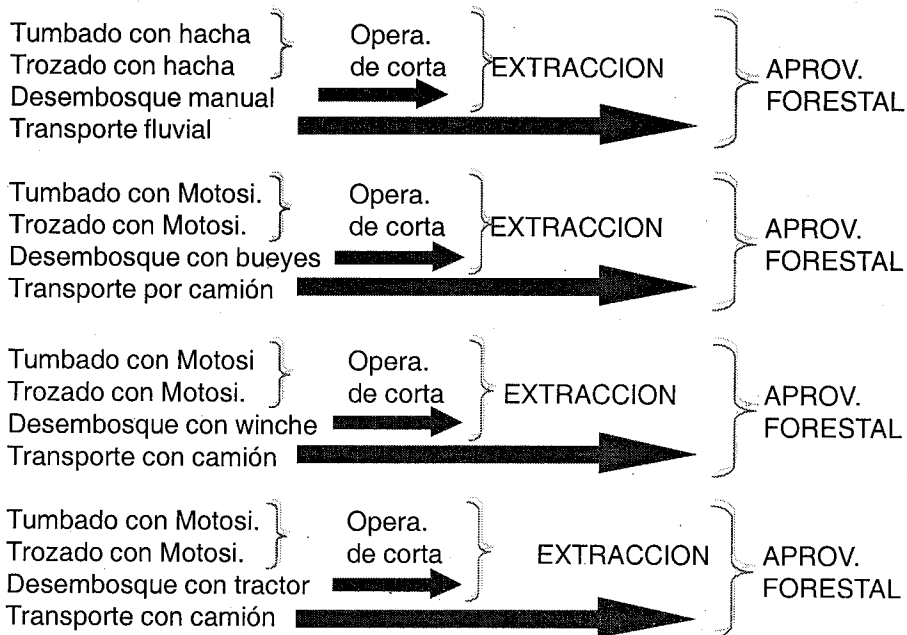
de capacitación y formación profesional.

- ✓ No se tiene en cuenta criterios de sostenibilidad, las operaciones de extracción, normalmente, se practican sin pensar en la reposición del bosque y ocasionando fuerte impacto al medio ambiente.
- ✓ Los productos que se obtienen, generalmente, son de mala calidad y se incurre en grandes pérdidas de materia prima.

1.7. Sistemas de aprovechamiento usados en el país

Sistema de aprovechamiento se define como las diferentes combinaciones de hombre - máquina/equipo y también como la secuencia de las operaciones de aprovechamiento.

Los sistemas más utilizados en el país son:



2. APROVECHAMIENTO TRADICIONAL O CONVENCIONAL (AC)

El aprovechamiento convencional se caracteriza por:

- Falta de planificación.
- Es una operación fortuita, depende de la suerte.
- Las operaciones de aprovechamiento no están basadas en información de inventarios específicos y adecuadamente realizados.
- Falta de levantamiento topográfico del área por aprovechar y ubicación de los árboles por tumar.
- Falta de organización adecuada y programación de las operaciones.
- Frecuentemente los operarios de las distintas operaciones no tienen formación profesional ni la debida capacitación.
- No se presta la debida atención al bosque remanente.
- Uso de métodos y técnicas inapropiados.
- Se da poca importancia a la selección de máquinas y equipos, y se los utiliza sin criterio técnico.
- Falta de control.

Como consecuencia ocurre gran pérdida de madera aprovechable, considerable daño al bosque y los costos de aprovechamiento son elevados.

3. BASES Y NOCIONES DEL APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO (AIR)

El aprovechamiento forestal, por su propia definición, lleva implícito el concepto de conservación del recurso. No se debe confundir con actividades de explotación forestal, las cuales degradan el recurso sin tener en cuenta los derechos de disponibilidad para futuras generaciones.

En los últimos años, en virtud que la extracción de los productos maderables de los bosques tropicales se realiza con carencia de conceptos y criterios técnicos, se está dando importancia al aprovechamiento forestal llamándolo de impacto reducido, aprovechamiento sostenible, aprovechamiento de mínimo impacto, aprovechamiento compatible con el medio ambiente, etc. El mismo persigue asegurar la sostenibilidad del recurso bosque, a través de técnicas de operación que permitan:

- No degradar seriamente los valores no maderables del recurso, y
- Dejar al 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 aprovechamiento forestal de impacto reducido (AIR) es consecuencia de un plan cuidadoso y previamente realizado para cada unidad del bosque, y presenta las siguientes características:

- Se elaboran planes de largo y corto plazo que analizan, a su respectivo nivel, las características del bosque, delimitan áreas de conservación, de producción y áreas de corta anual, determinan la tecnología y métodos de aprovechamiento a utilizar, diseñan la infraestructura de aprovechamiento a construir, la organización, la economía, el control y otros.
- Realiza previamente un inventario de los árboles aprovechables y potencialmente aprovechables, marcándolos y determinando su ubicación.
- Elaboración de un mapa base de la parcela de corta anual (PCA) con la ubicación de los árboles aprovechables, cuya información se utiliza en la planificación de las diferentes operaciones de aprovechamiento.
- Elabora un mapa con el trazado de la red de caminos y ubicación de patios de trozas.

La localización de los árboles aprovechables en un mapa topográfico es usada para la elaboración del plan de aprovechamiento, el mismo que sirve como guía para las brigadas de tumbado y desembosque.

El aprovechamiento forestal realizado ordenando el bosque; respetando los principios de costo mínimo, mínimo impacto y seguridad para los trabajadores, y como consecuencia de una planificación cuidadosa de las diferentes operaciones del proceso,

constituye la clave para lograr la sostenibilidad del recurso forestal, permitir el desarrollo industrial forestal, utilizar recursos actualmente desaprovechados y generar economía y trabajo.

El concepto de ordenación forestal sostenible puede tener diferentes matices, pero de una manera general debe incluir lo siguiente:

- Aprovechamiento selectivo de un cierto número de especies arbóreas de interés comercial.
- Aprovechamiento selectivo en promedio de 35 m³/ha y un máximo de 40 m³/ha (la mitad aproximadamente del volumen medio aprovechable por hectárea para el bosque en aprovechamiento).
- Aprovechamiento de árboles con dap mayores de 0,50 m.
- Tumbado dirigido para disminuir daños a los árboles remanentes y favorecer la ejecución del desembosque.
- Métodos de desembosque de bajo impacto para reducir al mínimo los daños a las masas residuales.
- Aplicación de tratamientos silvícolas que promuevan el crecimiento de especies de valor comercial.
- Ciclo de aprovechamiento (20 - 25 años).
- Establecimiento de sistemas de seguimiento (parcelas de muestreo permanente que permitan la evaluación del crecimiento, posibi-

lidad de corta y daños a la masa remanente).

Si se considera un ciclo de corta de 20 años, el área de producción del bosque se divide en 20 parcelas de corta anual. El área de producción debe determinarse, restando del área total áreas del bosque donde no se realizará operaciones de aprovechamiento para conservarlas.

Suponiendo que se trata de un bosque cuya superficie es 40 000 ha y que el área a conservar es 10 000 ha, el área productiva será 30 000 ha.

El área de conservación debería comprender, aproximadamente, 2 000 ha de reserva genética y el resto áreas que por sus características (laderas inclinadas, zonas bajas, riveras de cursos de agua, etc.), no deben ser intervenidas; si suponemos que estas suman 8 000 ha, cada parcela de corta anual tendría 1500 ha.

3.1. Descripción del aprovechamiento forestal de impacto reducido

Se basa en la información obtenida de un inventario general de toda el área forestal y de un estudio completo, previo al aprovechamiento, de cada parcela de corta anual. Esta información permite planificar cuidadosamente todas las operaciones de aprovechamiento relacionadas con el trazado de caminos, el tumbado dirigido y la selección de métodos que reduzcan al mínimo los daños a las masas residuales e impactos al medio ambiente.

3.2. Planes de aprovechamiento

Es necesario diferenciar la planificación a largo plazo o estratégica de la planificación a corto plazo o táctica. La primera está relacionada con: delimitación de las áreas de conservación y producción; divide el área de producción en parcelas de corta anual (PCA), analiza los sistemas de transporte existentes y propone sistemas alternativos. Debe ser lo suficientemente flexible para que los planes tácticos puedan ajustarse.

El plan táctico o de corto plazo es un plan de trabajo anual en el cual se detalla las operaciones a realizar durante la estación de estiaje (zafra).

Cada parcela de corta anual (1 500 ha), se divide en unidades de corta (10 ha), se realiza un inventario comercial y el reconocimiento detallado del terreno, uno a dos años antes de dar inicio a las operaciones de aprovechamiento. Se cartografía cada unidad de corta de manera que contenga toda la información que puede influir en la planificación (cursos de agua, pendientes, áreas de poco drenaje, terrenos potencialmente erosionables o deslizables, etc.), usando una escala de 1:2000. Los árboles aprovechables debidamente identificados durante el inventario comercial (detallado), usando hojas de inventario, deben ser ubicados en el mapa.

La información de inventario procesada y sistematizada permitirá conocer el volumen máximo aprovechable, el cual surge de consideraciones de madurez de los árboles, consideracio-

nes silvícolas establecidas en el plan de ordenación y de requerimientos del mercado, los árboles seleccionados serán los más maduros y aquellos que tienen aceptación en el mercado.

Todos los árboles seleccionados para el aprovechamiento se marcan en el mapa de la unidad de corta y su distribución espacial se evalúa. La distribución espacial se corrige, en caso necesario, para evitar grandes aperturas, ocasionadas por la tumba de varios árboles contiguos. Las vías de desembosque se diseñan y trazan en el mapa previa comprobación de campo por el ingeniero responsable a fin de convalidar el plan de aprovechamiento y asegurar sus principios fundamentales.

3.3. Comparaciones entre el Aprovechamiento Convencional (AC) y el Aprovechamiento de Impacto Reducido (AIR)

Estudios de casos realizados en diversos lugares de Brasil e Indonesia han encontrado que el AIR puede ser más económico que el AC, sin embargo, esta información debe usarse con cierta cautela en virtud de que existen diferencias en las definiciones de costos, información colectada, metodología utilizada y existencia de ciertos sesgos.

En consecuencia es necesario realizar estudios localmente, que permitan contar con información confiable para tomar decisiones más acertadas.

TUMBADO

SISTEMA	TIEMPO POR ARBOL (minutos)		PRODUCTIVIDAD m ³ /h		COSTO \$/m ³
	Sin aletas	Con aletas	Sin aletas	Con aletas	
Convencional	14,17	24,24	11,88	17,63	0,50
AIR	15,82	21,28	10,5	18,34	0,47

DESEMBOSQUE

SISTEMA	Distancia Prom (m)	Área abierta (m ² /ha)	Tiempo/viaje (minutos)	Productividad (m ³ /h)	Costo \$/m ³
Convencional	350,6	872,53	38,14	6,47	4,70
AIR	335,2	520,81	33,01	7,31	4,80

COSTO TOTAL:

Convencional : 12.30 \$/m³
 AIR : 12.40 \$/m³

No se ha considerado los costos del mapa topográfico ni el de planificación. Pero considerando que las pérdidas de madera en el sistema convencional son del 30% y en el AIR son aproximadamente la mitad, este último resultaría más rentable.

3.4. Trabajos de pre extracción

El inicio de una extracción debe surgir después de haber realizado una serie de trabajos y estudios previos sobre diversos aspectos. El éxito en la actividad va a estar directamente relacionado a la profundidad con que se realicen estos estudios. Los extractores del país le dan poca importancia y su incidencia en el costo final es baja, representando el 2% del costo de extracción y transporte.

3.5. Factores que influyen en las operaciones de aprovechamiento forestal

I Factores de terreno:

- Ubicación.
- Características climáticas.
- Características geomorfológicas.
- Accesibilidad.
- Pendiente.
- Rugosidad.
- Características físico mecánicas.
- Susceptibilidad a la erosión.

II Factores forestales

- Tamaño del área y volumen total a aprovechar.
- Volumen aprovechable por hectárea.

- Clase de productos, dimensiones, calidad, peso, durabilidad.
- Consideraciones silviculturales.

III Factores sociales:

- Mano de obra
 - Escolaridad
 - Habilidad
 - Experiencia
 - Motivación
 - Nivel de vida
- Situación del empleo, competencia con otras actividades.

3.6. Elección de tecnología

- ✓ Tecnología básica o blanda.- hace uso intensivo de mano de obra.
- ✓ Tecnología dura o mecanizada.- hace uso intensivo de capital.

Entre estos extremos de tecnología, hay otras intermedias.

Otro concepto importante es **tecnología apropiada**; es aquella que siendo blanda, dura o intermedia está de acuerdo con la situación imperante en un lugar determinado.

La tecnología blanda no significa usar al hombre irracionalmente, por el contrario, plantea un uso científico del hombre como fuerza de trabajo empleando métodos y equipos que permitan reducir esfuerzos, aumentar productividades, mejorar la seguridad y salud de los trabajadores.

Los factores determinantes en la elección de la tecnología son:

- ✓ Condiciones sociales y económicas. Disponibilidad de mano de obra en cantidad y calidad.
- ✓ Días hábiles de trabajo por razones climáticas.
- ✓ Dimensiones de los productos a extraer.
- ✓ Volumen a extraer anualmente y por día.

3.7. Elección del método de aprovechamiento

Está relacionado con el método utilizado para realizar el desembosque. En su elección se debe comparar alternativas de desembosque a fin de elegir la de más bajo costo compatible con el mínimo impacto. Para facilitar el trabajo de elección existen factores determinantes que reducen el universo de métodos de desembosque en consonancia con las características de terreno; los factores principales son: topografía y clase del suelo.

Las alternativas de métodos más viables considerando condiciones de relieve y suelo son:

Terreno plano, pendientes de 0 a 12%

- ◆ Suelo firme: TB manual, animales. TD Tractores forestales a ruedas.
- ◆ Suelo blando semipantanosos: TB animales, Canales, Líneas férreas TD: Tractores forestales a orugas, cables.

Terreno ligeramente accidentado:

- ◆ 12 a 20%: TB: animales, Manual TD: Tractores forestales.
- ◆ 20 a 30%: TB: gravedad. TD Tractores, cables.

Terreno muy accidentado:

TB: Gravedad. TD: Cables aéreos.

Estas alternativas deben compararse a fin de elegir la de menor costo.

TB: Tecnología blanda

TD: Tecnología dura

3.8. Características de los principales métodos de desembosque

Método	Ventajas	Inconvenientes
Con animales	Poco riesgo ambiental No precisa mano de obra altamente calificada Poca inversión	Baja productividad Disponibilidad de animales de tiro Uso intensivo de mano de obra
Semimecanizado (cabrestantes, tractores agrícolas)	Flexibilidad Menores riesgos ambientales. Menores necesidades de capacitación Menor inversión Poco volumen/ha	Condiciones de terreno Limitado a trozas pequeñas Uso intensivo de mano de obra
Tractor forestal articulado a ruedas	Flexibilidad Movilidad Bajo costo Trozas de gran tamaño Puede aceptarse poco volumen/ha	Sensibles a las condiciones del terreno Riesgo de erosión Mano de obra capacitada
Cables aéreos	Apropiados para cortas a hecho y terrenos inclinados	Alta inversión Mano de obra capacitada Precisan alto volumen/ha

El método de desembosque más generalizado en la zona de selva baja es el mecanizado con tractores forestales articulados a ruedas.

El empleo de máquinas pesadas en el desembosque ocasiona la ruptura y compactación del suelo. Esto tiene un efecto negativo sobre la fertilidad del suelo, la escorrentía del agua y la regeneración de los árboles después del aprovechamiento. Sin embargo, una adecuada selección de las máquinas, una planificación cuidadosa y la observación de normas adecuadas de trabajo, reducen sustancial-

mente los daños al suelo y a la vegetación remanente.

4. INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO

La infraestructura de aprovechamiento está constituida básicamente por la red de caminos, los patios de trozas y los campamentos con sus respectivas instalaciones.

4.1. Red de caminos

La red de caminos constituye las vías a través de las cuales se transporta-

rán los productos por aprovechar. Pueden ser:

- Temporales. Son aquellos que se construyen para prestar servicios durante periodos cortos.
- Permanentes. Se construyen para prestar servicios continuos por varios años

Clases de caminos que componen una red

1. Carretera de acceso
2. Carretera principal
3. Carreteras secundarias
4. Viales de desemboque o de arrastre, (principal y secundarias)

En la construcción de cada una de estas clases de caminos se emplean técnicas diferentes que están de

acuerdo con su costo de construcción, y este con el volumen a extraer y el tiempo a utilizar. Las carreteras de acceso y principal tienen especificaciones similares y brindan servicios por periodos más o menos largos, las carreteras secundarias generalmente se construyen para prestar servicios durante periodos cortos. Las vías de arrastre se construyen con un carácter netamente provisorio y para la circulación sólo de tractores.

4.2. Situación y problemática que presentan los bosques en la construcción de carreteras

De una manera general, los bosques productivos no están situados en las proximidades de los centros de consumo. Todo lo contrario, se encuentran a grandes distancias de los mercados, lo que repercute grandemente en los costos de transporte.

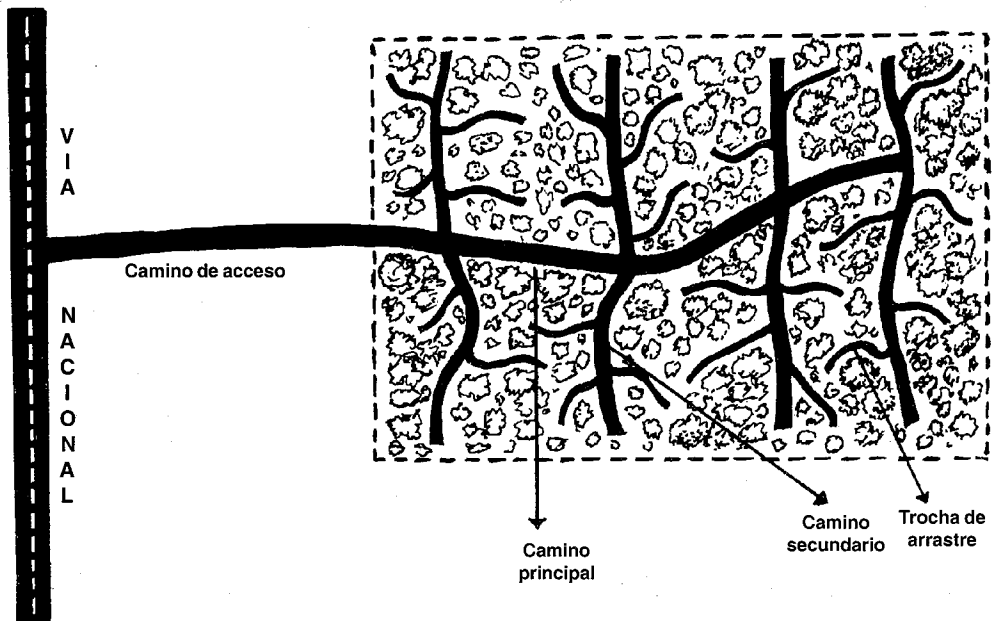


Figura 2. Red de caminos

De otro lado, las características del terreno donde se encuentran ubicados los bosques dificultan seriamente la construcción de carreteras, ya que:

- Algunos bosques están situados en: laderas escarpadas, suelos inestables, terrenos rocosos, etc.
- Otras veces se encuentran sobre terrenos planos, pero recorridos por una red fluvial intensa o entrecruzada por zonas inundables permanentemente o temporalmente.
- Es frecuente que los suelos se encuentren formados por arcillas o arenas inestables con poca capacidad portante.
- El bajo valor relativo de los productos forestales aprovechables obliga a buscar soluciones de costo mínimo, para que la materia prima llegue a las plantas industriales al menor costo, ya que muchas veces el costo del transporte supera el valor del producto. En el año 2001 el valor de la madera en pie, canon forestal de las maderas del grupo C (tornillo, pumaquiro moena, etc.), era 4,00 S./m³, es decir 0,018 S./pt. En cambio el costo del transporte en una distancia de 100 – 120 km, estaba entre 0,15 y 0,20 S./pt, es decir 33 a 44 S./m³.

Las dificultades antes mencionadas alcanzan su máxima expresión en los bosques tropicales húmedos, debido a:

- Reducidos volúmenes aprovechables/ha, 4-10 m³/ha.
- Trozas grandes y pesadas: camiones pesados.

- Grandes distancias de transporte que se incrementan día a día.
- Normalmente se abren pistas para cada árbol a extraer.
- Abundancia de zonas de bajo drenaje, inundadas permanentemente o temporalmente.
- Estaciones de lluvias diluvianas.
- Lluvias lavan la calzada.
- Generalmente no existe material de afirmado.
- La arcilla se traga el material de afirmado.
- La agresividad de la vegetación hace desaparecer rápidamente las pistas.
- La red hidrológica intensa obliga a la construcción de numerosas obras de arte.

En estas condiciones no es raro que los costos de transporte de los productos, incluidos los costos de construcción y mantenimiento de las carreteras, superen el 70% del costo final de la madera rolliza.

Por lo expuesto, el trazado, la construcción y mantenimiento de las carreteras forestales es una tarea difícil y compleja. Si además tenemos en cuenta las grandes inversiones que demanda su construcción, comprenderemos la importancia que tiene el realizar estudios detenidos sobre diversos factores antes de iniciar la construcción de una carretera.

La profundidad de los estudios dependerá de la importancia de la carretera y de otros factores, pero por muy simple que esta sea el estudio de su trazado es muy importante, siendo siempre mucho más económica la alternativa de gastar un poco más en la construcción de buenos caminos, que brinden adecuado servicio y realizar economías en el funcionamiento de máquinas de transporte y su amortización, que la alternativa de hacer circular vehículos de transporte por carreteras deplorables, dando opción a que los conductores pongan en juego su honor y pasen por estas carreteras generando elevados costos de transporte.

Otro aspecto sumamente importante a tenerse en cuenta, en los estudios, es el relativo al impacto que la construcción de la carretera tendrá sobre el bosque y el medio ambiente. Normalmente, de todas las operaciones de aprovechamiento, la construcción de los caminos es la que produce el mayor impacto al bosque y en algunos casos puede originar grandes catástrofes cuando no se procede técnicamente.

4.3. Características de las carreteras forestales

Las carreteras de los bosques tropicales presentan, al lado de características similares de las carreteras forestales de otras regiones, características bien particulares, ellas son:

a) Tráfico reducido: poca circulación de vehículos, sólo aquellos que

prestan servicio de transporte de los productos aprovechados. El costo de construcción y mantenimiento debe ser amortizado con la madera que se extrae.

- b) Tráfico en sentido preferencial: El tráfico esencial lo constituye la salida de trozas, camiones cargados en un solo sentido, por lo tanto, las carreteras pueden tener especificaciones especiales según el sentido de circulación de los vehículos, pendiente longitudinal.
- c) Tráfico de recolección: La red de caminos de extracción se asemeja a los vasos capilares, pequeñas y grandes venas del sistema sanguíneo. El tráfico se incrementa y es más importante a medida que se sale del bosque.
- d) Tráfico discontinuo: Normalmente, por acción de las lluvias, el tráfico debe interrumpirse algunos días o toda la estación lluviosa.
- e) Tráfico de vehículos largos y pesados: Las características de las carreteras están en función de los vehículos de carga. Los modernos camiones forestales tienen 15 m entre ejes, 20 m de largo y pesos de 30 a 40 toneladas. Estas características deben tenerse presente al construir una carretera, de igual manera el número de pasadas.
- f) Reducido tiempo de servicios: Generalmente muchas carreteras brindan servicios por periodos cortos, luego se abandonan.

Las características antes citadas justifican las siguientes normas:

1. Suprimir gastos que persigan una construcción duradera, por otra temporal pero económica y que brinde adecuadamente el servicio.
2. Puede forzarse la pendiente longitudinal en aquellos tramos donde los vehículos circularán cargados a favor de la pendiente.
3. Las pendientes longitudinales deben ser lo más reducidas posibles.
4. La carretera debe ser de una sola circulación, con ensanches en curvas y cambios de pendiente.
5. Un trayecto sinuoso puede ser mejor que uno recto.

4.4. Especificaciones técnicas

Si bien es cierto que no existe normalización sobre especificaciones básicas para los caminos forestales en América Latina. Para los bosques tropicales húmedos se sugiere que las carreteras de acceso, principal y secundarias cumplan con ciertas especificaciones en cuanto a pendientes y radios de curvas, las cuales estarán en relación con: dimensiones de los vehículos, dimensiones de los productos y velocidades a desarrollar.

Las especificaciones generales a tener en cuenta son:

- Ancho de vía 3,50 m (de una sola circulación).
- Pendiente longitudinal máxima 6 - 8% cuando sube cargado, 10 - 12% cuando baja cargado.
- Radio de curvas verticales: convexas 500 m y cóncavas 300 m.
- Radio de curvas horizontales: Para velocidades de 40 km/h = 200 m, para 30 km/h = 100 m, para 20 km/h = 50 m. El radio mínimo será igual al radio de giro de los vehículos que a su vez depende del ángulo de giro de las ruedas (15 m - 20 m).
- Sobreanchos en curvas horizontales.
- Ancho de cunetas: 1,0 m.
- Pendiente transversal: 5%.
- Peralte 5%.
- Ancho de faja de zona libre, variable dependiendo de la posición de la carretera respecto al sol naciente y dirección dominante de los vientos.
- Taludes:

Terreno	Vertical	Horizontal
Roca	10	1
Tierra compacta	2	1
Tierra suelta	1	1
Arena	1	1/2

4.5. Planificación de la red de caminos

Tiene como objetivo buscar aquellas combinaciones de distancia entre caminos, calidad de caminos, forma del sistema y método de desembosque tal, que el costo por unidad desemboscada sea mínimo.

Dos son los parámetros que caracterizan el estado de una red de caminos para una área en aprovechamiento.

Espaciamiento (E): Es la distancia promedio horizontal entre carreteras secundarias de dicha área. La distancia promedio de desembosque (Dpd), está directamente correlacionada al espaciamiento.

$$E = 10000/D$$

Calidad (C): Es la velocidad promedio que la carretera permite desarrollar a un vehículo de carga, en viaje de ida y vuelta.

$$C = 2/V_p = 1/V_v + 1/V_c$$

V_p: velocidad promedio (km/h)

V_v: velocidad vacío (km/h)

V_c: velocidad cargado (km/h)

Densidad de carreteras (D) Es un parámetro alternativo de espaciamiento, se define como longitud de carreteras por unidad de área.

$$D = 10000/E$$

Distancia promedio de desembosque (Dpd). Es el principal valor teórico, depende del espaciamiento, topografía y método de desembosque utilizado. En la práctica no siempre corresponde y es difícil determinarlo. La correlación entre densidad de carreteras y distancia promedio de desembosque se puede estimar mediante factores de eficiencia de carreteras.

$$Dpd = f/D$$

Donde:

Dpd. = Distancia promedio de desembosque en km

f = Factor de eficiencia de carreteras, varía entre 4 a 9

4 - 5 para terreno plano

5 - 7 para colinas

7 - 9 para terreno de laderas

9 a más para terreno con pendientes muy fuertes

D = Densidad de carreteras por hectárea

4.6. Determinación del espaciamiento en caminos temporales

Considerando un planeamiento simplificado del problema, es decir suponiendo que las carreteras son paralelas y que los árboles están uniformemente distribuidos, la distancia promedio de desembosque es E/4. (Fig. 3).

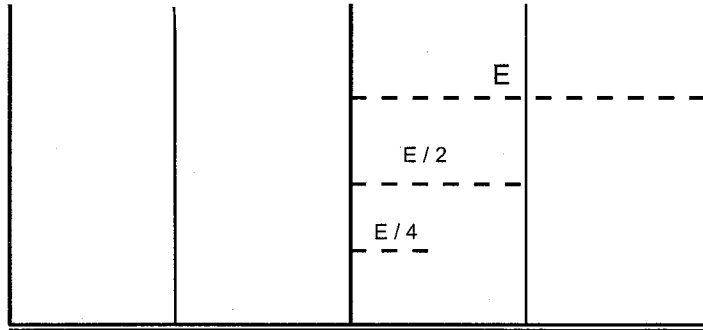


Figura 3. Red de caminos paralelos

Empleando la siguiente nomenclatura:

E: espaciamiento entre caminos (m)

V: volumen aprovechable (m³/ha)

C: costo de construcción del camino (S./km)

Cd: costo de desembosque (S/m³/m)

- **Costo fijo promedio de madera desemboscada (CF) S./m³**

$$CF = \frac{C}{V \cdot \text{área}} = \frac{10C}{VE} \text{ S./m}^3$$

- **Costos variables de madera desemboscada (CV) S./m³**

$$CV = Cd \times E/4 \text{ S./m}^3$$

Los costos que demandará el desembosque de la madera serán:

Estos costos pueden representarse en un diagrama para obtener el espaciamiento óptimo.

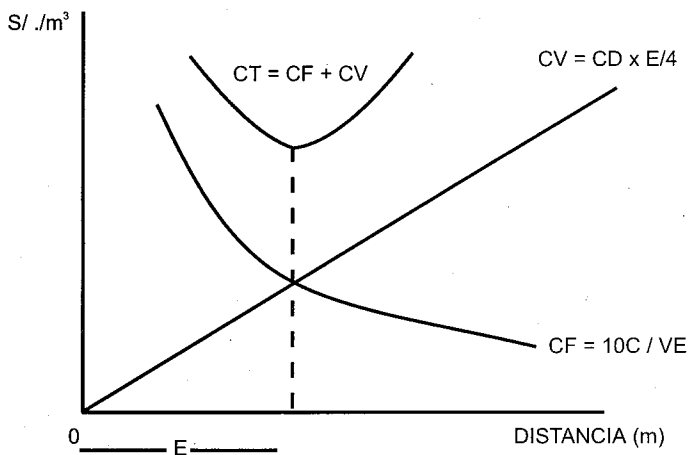


Figura 4. Espaciamiento óptimo

El espaciamiento óptimo entre carreteras se obtiene cuando la suma de los costos fijos y variables es un mínimo. En este caso el punto mínimo se presenta cuando el costo fijo iguala al costo variable, en otras palabras en el punto de intersección de las dos curvas.

$$\frac{10 C}{V E} = \frac{C d E}{4}$$

$$E = 2 \sqrt{\frac{10 C}{V C d}}$$

También se puede hallar el espaciamiento óptimo matemáticamente.

4.7. Determinación de la calidad de una carretera

En su determinación se sigue un procedimiento similar a la determinación del espaciamiento, llegando a la siguiente fórmula:

$$C_{op} = \sqrt{\frac{Q L}{K}}$$

Donde:

C_{op} : calidad óptima.

Q : volumen a transportar.

L : costo horario del vehículo de transporte.

K : coeficiente de correlación entre costo de la carretera y calidad.

Pero debemos tener en cuenta que la calidad de una carretera no es constante sino que debe ir cambiando a medida que se incrementa el volumen de madera que por ella pasará. En consecuencia, el problema se centra en determinar aquellos puntos en los cuales los volúmenes de madera a transportar justifican un cambio de calidad.

4.8. Sistemas de apertura de redes y trazado de caminos

La topografía del terreno, así como el método de desembosque a emplear, serán factores determinantes del sistema de red y de la ubicación de un camino, tienen influencia además el futuro mantenimiento y otros como la belleza escénica.

La red de caminos puede tener diversidad de formas de acuerdo a la fisiografía del terreno. Sin embargo, hay formas típicas de apertura de redes. A continuación veremos algunos casos más comunes.

Terrenos llanos

En esta clase de terrenos el espaciamiento puede mantenerse bastante constante, por ello los resultados de la práctica corresponden a modelos teóricos bastante bien.

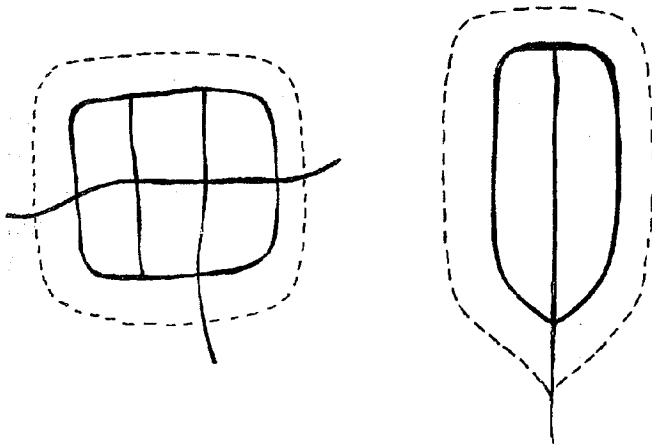


Figura 5. Modelos de red de caminos en terrenos planos

Terrenos de colinas y montañas

Carreteras por el valle

Estas son carreteras de acceso o principales diseñadas para dar servicio al fondo del valle. La carretera deberá ser trazada a lo largo de una ribera.

La carretera deberá pasar lo más bajo de la ladera pero por encima del nivel de las crecidas.

Cuando se debe atravesar valles de fondo ancho y llano, se evita atravesar muchos cursos de agua, si el tra-

zado se hace en las cercanías de su confluencia o en zonas donde su anchura es mayor, economizándose numerosos puentes y alcantarillas.

2.2. Carreteras en laderas

Parten del valle y dan servicio a la ladera. Dos sistemas son los principales:

- a. Sistema "Serpentín": Es especial para laderas largas y pendientes fuertes
- b. Sistema "Diagonal": Es especial para laderas suaves

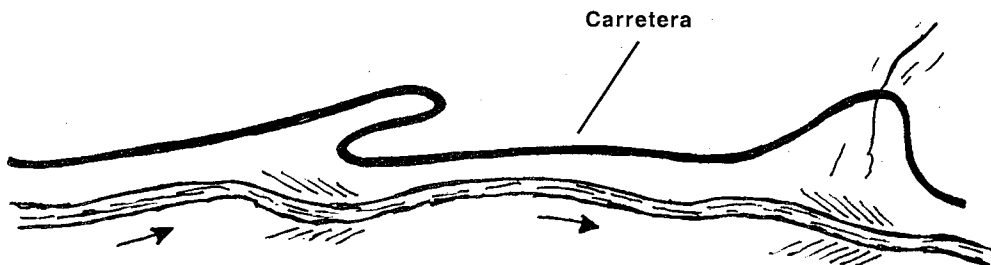


Figura 6. Carretera por el valle

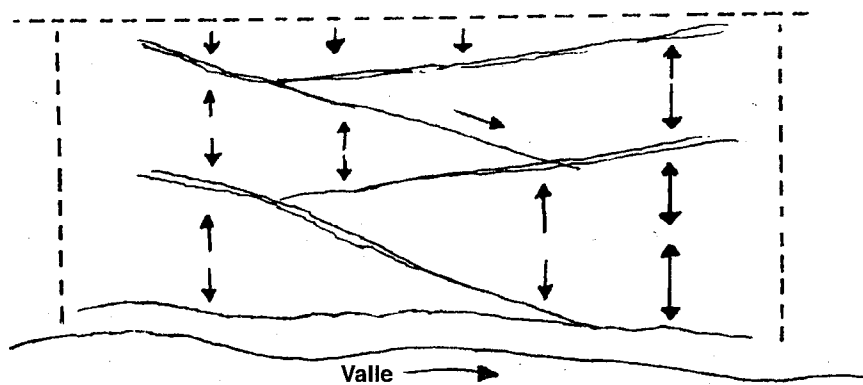


Figura 7. Sistema "serpentin"

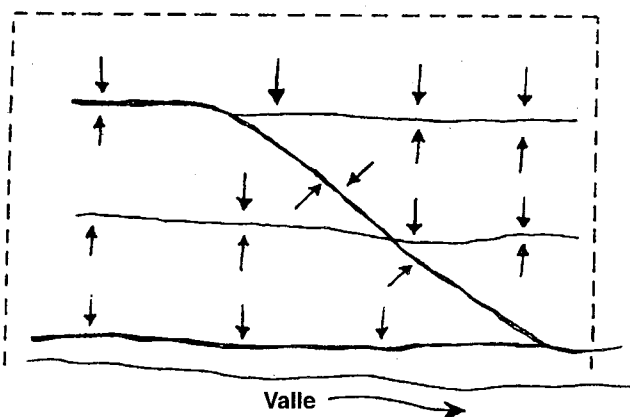


Figura 8. Sistema "diagonal"

En el trazado de estas carreteras se debe mantener bajo el número de curvas, pues de lo contrario el trazado puede resultar un mal sistema.

Cuando se traza en laderas, una carretera de pendiente constante, basta con un perfil mixto tal que las excavaciones sean nulas sobre el propio eje de la carretera, sobre todo si la pendiente transversal es reducida, lo que permite un desmonte fácil de apisonar. Por el contrario si la pendiente transversal del terreno es pronunciada, el perfil debe estar enclavado en el terreno.

3. Carreteras de cresta

En terreno poco o moderadamente accidentado, convendrá siempre que la carretera recorra una cresta o sus inmediaciones, permitiendo tener economías en las excavaciones y rellenos, y un fácil drenaje, evitando la construcción de numerosas alcantarillas.

Sin embargo ellas dan limitado servicio al bosque. Actualmente se usan cuando se emplea cables en el desembosque. Estos trazados son obligatorios cuando se trata de valles inaccesibles por mal drenaje.

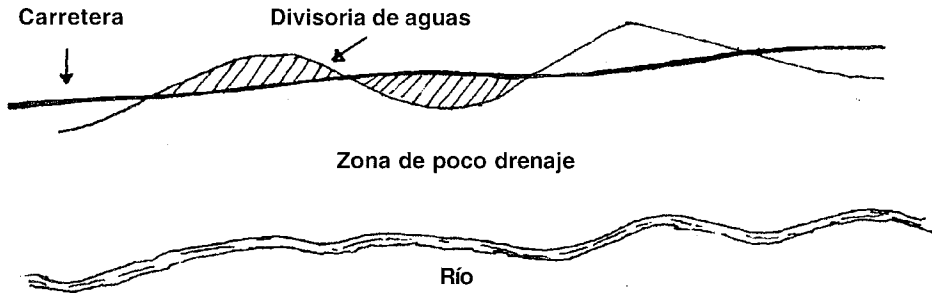


Figura 9. Carretera de cresta

4. Carreteras en cumbres de montañas y colinas

Cuando las laderas de montañas o colinas son poco accidentadas, el sistema de red estará compuesto por trazados circulares, separados por un espaciamiento compatible con el método de desembosque.

5. Carreteras en el fondo de valles

Son trazadas como un sistema circular, siempre y cuando el terreno no sea muy accidentado.

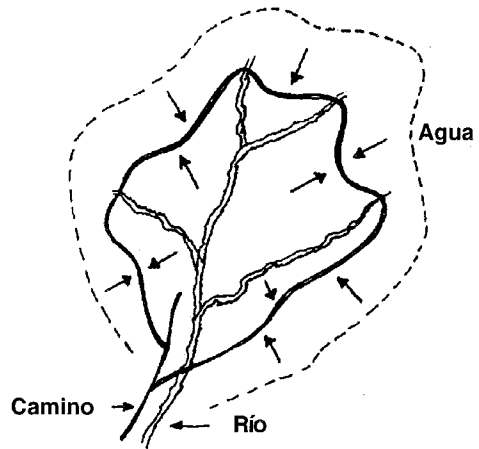


Figura 11. Sistema para fondo de valles

4.9. Localización de la carretera a media ladera

Tradicionalmente las carreteras se construían por las partes bajas del monte, esto era debido a dos circunstancias:

1. La construcción de la carretera a media ladera obliga a realizar grandes excavaciones, con los métodos antiguos de construcción resultaba muy costosa.
2. La madera que se encontraba debajo de la carretera o en la ladera opuesta no se podía extraer.

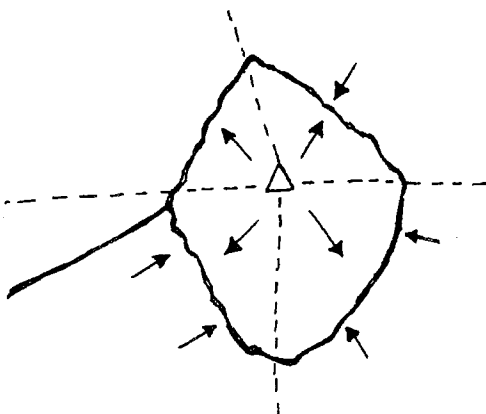


Figura 10. Sistema para montañas o colinas

Actualmente las circunstancias han cambiado, el empleo de modernos tractores a orugas, excavadoras y explosivos para la apertura de caminos, y la existencia de medios de desemboque como winches, cables y grúas de gran alcance, permiten remontar la madera económicamente. Estas carreteras presentan costos de conservación más bajos al evitar cruzar corrientes de agua, barrancos, áreas de bajo drenaje, estar siempre soleadas y secas. La práctica ha demostrado que este criterio es ventajoso no obstante los mayores costos de construcción y tener que subir la madera. De aquí la tendencia a evitar las zonas bajas en el trazado de las carreteras.

Estas diversas alternativas deben estudiarse y cuantificarse para decidir por la mejor solución, la cual debe ser económica.

5. PLANEAMIENTO GENERAL DE CARRETERAS

El objeto de un proyecto general de construcción de carreteras forestales es buscar el mejor sistema para el área boscosa que dará servicio.

La profundidad de su ejecución debe estar en concordancia con la importancia del sistema.

Uno de los primeros pasos del planeamiento general consiste en dividir el bosque en aprovechamiento en unidades de planificación.

La más pequeña unidad de planificación es el área con condiciones uni-

formes de pendiente y una dirección de extracción.

En áreas llanas y poco accidentadas los límites de las unidades de planificación son establecidas mediante consideraciones económicas (por ejm. transporte).

En áreas montañosas, las fronteras naturales como divisorias de agua, etc. son los límites de las unidades de planificación.

Los límites de propiedad son importantes pero en forma secundaria.

5.1. Trazado de los caminos en laboratorio

Para realizar esta operación, es necesario reunir toda la información disponible sobre el área, tales como:

- ❖ **Mapas:** Contar con buenos mapas es uno de los pre-requisitos más importantes de la planificación. Ellos constituyen la evaluación de las fotografías aéreas, donde el relieve del terreno está determinado por curvas de nivel. Mapas con escalas 1/50 000 - 1/10 000, son adecuados para un proyecto general preliminar.
- ❖ **Fotografías aéreas:** son apropiadas como material informativo complementario de los mapas. Los mosaicos fotográficos son usados preferentemente en terrenos llanos.
- ❖ **Datos forestales:** Los datos forestales requeridos son:

- Posición y tamaño del área boscosa por aprovechar.
- Plan de trabajo.
- Plan de manejo.
- Localización y volúmenes a extraer.
- Producción esperada.
- Costos de desembosque y transporte.
- Vías existentes disponibles.
- Precios y condiciones de venta de los productos.

5.2. Reconocimiento directo del área

Las unidades de planificación son exploradas detenidamente mediante vuelos de helicóptero y/o reconocimientos terrestres. Esto permite identificar puntos que no se observa en los mapas o fotografías aéreas. Los puntos principales son resaltados tanto los favorables o positivos como los desfavorables o negativos midiéndose sus alturas.

5.3. Puntos principales positivos

Son las partes ventajosas del terreno por donde la carretera deberá pasar, tales como:

- Laderas poco inclinadas en zonas accidentadas y de mucha pendiente.
- Pasos estrechos para cruzar ríos.
- Abras para cruzar montañas.
- Terreno estable y favorable para la construcción de la carretera.

- Lugares propicios para la construcción de patios de trozas.
- Lugares donde existen depósitos de materiales para el afirmado de la carretera.

5.4. Puntos principales negativos

Son las partes desfavorables del terreno que deben evitarse al trazar la carretera, tales como:

- Laderas inestables (material fácilmente disgregable).
- Terreno rocoso.
- Terrenos con bajo drenaje, zonas inundables temporal o permanentemente.
- Zonas pantanosas.
- Terrenos potencialmente deslizables.
- Límites de propiedad, etc.

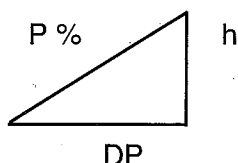
5.5 Medida de alturas

La gradiente es determinada por el intervalo vertical entre dos puntos principales. Aun los buenos mapas forestales requieren un chequeo de las alturas porque pueden cometerse errores en la evaluación de las fotografías de las que fueron obtenidos.

Si no se dispone de mapas con curvas de nivel, debe medirse las alturas de todos los puntos barométricamente. Antiguamente este método se utilizó para elaborar mapas con curvas de nivel en grandes áreas, hoy no se usa por ser costoso y los resultados que se obtienen no son satisfactorios.

5.6. Trazado del plano general de la red

Sobre mapas con escalas 1/50000, mejor aún 1/10000 del área por aprovechar, se trazan las carreteras y la dirección principal de transporte. Cuando se cuenta con buenos mapas con curvas de nivel, es posible realizar un buen trabajo con facilidad.



$$h/DP = P/100$$

DP = Distancia de pendiente

h = Diferencia de cota

$$P = h \cdot 100 / DP$$

Para ángulos menores de 27° los valores del seno y la tangente son iguales porque la distancia horizontal y oblicua es casi la misma.

5.7. Informe técnico

El informe técnico debe comprender:

- Descripción del área.
- Plan de trabajo previo.
- Condiciones que se esperan después de construir la carretera.
- Plan para la construcción de la red (descripción de las diversas carreteras que conforman la red).
- Método de construcción y organización.

- Costo general estimado.
- Estimada tasa de retorno.
- Tablas y diagramas mostrando, para las diferentes carreteras: longitudes, costos de construcción y período de amortización.
- Calendario de inversiones.

Planos. Debe incluir:

- Mapa de localización a escala 1/50000.
- Mapa del área con la ruta a escala 1/10000.
- Perfiles transversales generales, escala 1/50.
- Diseños generales de obras (alcantarillas, puentes, cunetas, etc.).

6. PLANEAMIENTO DETALLADO DE UNA CARRETERA

Su objetivo es brindar información para la construcción actual de la carretera. La existencia de un proyecto general cuidadosamente elaborado es muy útil en el planeamiento detallado.

6.1. Localización del eje central

Consiste en señalar el eje de la carretera en el terreno, mediante estas, para su posterior construcción. Existen varios métodos:

1. Método del ingeniero.
2. Método de ordenadas de contorno.
3. Método directo.

Para el trazado de carreteras forestales el método que más se usa es el método directo, en vista de que los otros métodos resultan muchas veces demasiado costosos y no se justifican, salvo raras veces.

6.2. Instrumentos y materiales

Los más generalmente utilizados son: clisímetro, brújula y cinta métrica.

Clisímetro para medir pendientes longitudinales y transversales:

- Meridian (suizo)
- Sunnto (finlandés)

Brújula para medir ángulos horizontales:

- Bezard (alemana)
- Meridian (suiza)
- Sunnto (finlandés)

Cintas métricas de 30 - 50 m de acero o de plástico.

Jalones con miras en cantidad suficiente.

Estacas de madera 6 x 6 cm de sección y 40 - 50 cm de largo, algunas veces también es necesario contar con estacas de alambre.

Crayolas para marcar las estacas.

Libreta de campo.

6.3. Personal y rendimiento

En promedio se precisa el siguiente personal.

- Ingeniero
Una persona 8 - 12 horas/km
- Mirero
Una persona 10 horas/km
- Wincheros
Dos personas 20 horas/km
- Personal de desbroce
Tres a cuatro personas

6.4. Localización del eje central en terrenos planos

La localización del eje central de una carretera, se inicia estableciendo líneas rectas que se marcan con estacas en el terreno. A estas líneas rectas estacadas se les llama «tangentes». Cuando dos tangentes contiguas son extendidas se interceptan. El cambio de dirección de una tangente a otra se hace mediante curvas horizontales que son arcos de circunferencia.

Los pasos a seguir son:

1. Establecer las tangentes a lo largo de porciones del terreno rectas con pendiente uniforme.
2. Prolongar las tangentes consecutivas hasta que se corten.
3. Medir la distancia al punto de intercesión.
4. Medir el ángulo de intercesión.
5. Trazar una curva horizontal que una a las dos tangentes.

Este procedimiento se repite hasta que se concluye con el estacado del eje central de la carretera.

6.5. Estacado de las tangentes

Consiste en establecer, al ojo, una línea recta en porciones del terreno relativamente uniformes y estaquear. Para una buena visibilidad, las estacas deben tener una longitud que permita su fácil distinción en el terreno.

El proceso empieza en el punto (0 + 00). Una persona va adelante hasta el punto en que la pendiente cambia y planta una estaca, otra persona permanece en el punto donde se inicia el tramo recto de la gradiente y con vista a esta estaca. Si la vista a la persona de la estaca delantera es adecuada al terreno, o desplazándose hacia arriba o abajo se busca una vista promedio y se planta la primera estaca. Desde esta estaca cada 10 a 20 metros se plantan estacas hasta el fin de la tangente que ha sido fijada al ojo.

El propósito es marcar tangentes tan largas como sea posible para obtener la máxima linealidad de la línea central. Esto puede requerir varios tanteos antes de lograr el objetivo.

6.6. Intersección de las tangentes

Tan pronto como la segunda tangente es establecida, estas dos deben interceptarse, para esto ambas se prolongan, se estaquean las prolongaciones hasta que se cortan. El punto de intersección es el vértice, el cual debe marcarse con una estaca y el ángulo que forman es el ángulo de intersección.

6.7. Medición de las tangentes hasta el punto de intersección

Después que varias tangentes son interceptadas, se regresa al punto de

inicio de la carretera (0 + 00) y se empieza a medir la línea central de las tangentes. Se colocan estacas cada 10 a 20 metros (0 + 00, 0 + 20, 20 + 20, 40 + 20, 60 + 20), hasta el punto de intersección (PI).

6.8. Medición del ángulo de intersección

En el PI, con la brújula, partiendo de la tangente posterior se mide el ángulo hacia la tangente siguiente. Ejm. si el rumbo en la tangente posterior es N 45° 30' E y el rumbo en la tangente siguiente es N 81° 30' E, el ángulo de intersección es:

$$81^{\circ}30' - 45^{\circ}30' = 36^{\circ}$$

Debe tenerse cuidado cuando los rumbos de las tangentes están en diferentes cuadrantes.

6.9. Replanteo de curvas:

Elementos:

- Angulo de intersección
- Angulo en el centro
- Radio de curvas

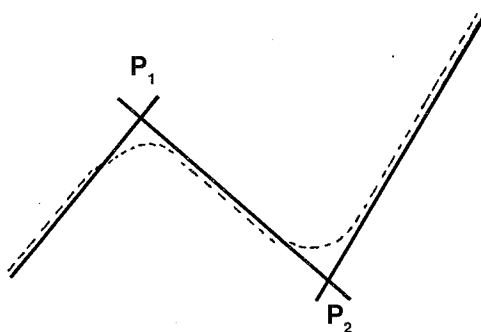


Figura 12. Trazado en el terreno

El primer paso es determinar los puntos principales de la curva, es decir el inicio de la curva (I), el fin de la curva (F) y el punto medio de la curva (M).

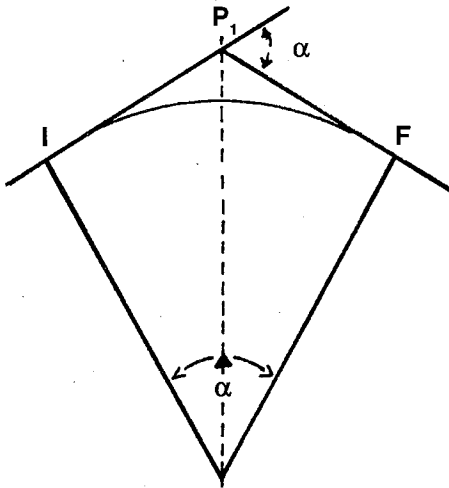


Figura 13. Determinación de los puntos principales de una curva

$$PII = PIF = R \operatorname{tg} \alpha / 2$$

$$PIM = R [1/(\cos \alpha / 2) - 1]$$

Determinados los puntos principales se traza la curva usando el método de replanteo de curvas que mejor se adecue.

7. CONSTRUCCION DE CARRETERAS

7.1. Operaciones básicas

Las operaciones básicas del proceso de construcción de una carretera son:

Localización del eje de la carretera

Comprende trabajos de gabinete y campo para señalar el eje de la carretera en el terreno, confeccionar mapas y perfiles, coleccionar información

y procesarla para la elaboración del presupuesto correspondiente. Estará a cargo de un ingeniero forestal especializado en construcción de carreteras forestales apoyado por un perito forestal y obreros.

Desmonte y descuaje

La faja que ocupará la carretera debe ser limpiada, eliminando toda clase de vegetación. Luego se extraerán las raíces y tocones existentes en la futura ubicación de la calzada y cunetas, también se eliminará la capa orgánica superficial. Para la ejecución de estas operaciones se utilizará un tractor a orugas equipado con winche y cabina, y una motosierra.

Nivelación

Comprende el movimiento de tierras necesario para conferir a la carretera estabilidad y drenaje. Se realizará con el tractor a orugas.

Compactación

Persigue un incremento de la resistencia y reducir las posibilidades de mojadura de la carretera. El método y equipo de compactado se elige de acuerdo a disponibilidad de tiempo, financieras, equipos y características del suelo. Con el propósito de reducir costos puede usarse el método de compactación por acción del tiempo, el cual plantea construir la carretera el año anterior al del aprovechamiento, antes que empiecen las lluvias; el tiempo se encargará de reducir el volumen aparente del suelo.

Perfilado

La calzada presentará un perfil transversal adecuado que asegure la rápida evacuación de las aguas de lluvia y complemente la acción del compacto. Se realiza con motoniveladora.

7.1. Drenaje y obras de arte

No importa cuán bien una carretera es trazada y construida, si no tiene un adecuado sistema de drenaje no permanecerá en condiciones de servicio por largo tiempo. Un buen sistema de drenaje es especialmente importante en las carreteras con calzada de suelo natural para permitir la rápida evacuación de las aguas, evitando la formación de surcos, erosión y contaminación de la calzada y capas inferiores. En la construcción de las carreteras de acceso y principa-

les debe ponerse especial atención al drenaje superficial y construcción de obras de arte.

Para una rápida evacuación de las aguas de lluvia, la calzada debe presentar un perfil transversal adecuado; cunetas laterales; canales para desaguar las cunetas y cunetas de cresta. Aspectos importantes son: elegir el diseño apropiado, buena instalación y correcta construcción.

Cunetas laterales

Deben ser construidas de acuerdo a las especificaciones de diseño, pendiente longitudinal máxima 5%, mínima 0,5% y profundidad 0,5 metros. Estas cunetas deben desaguarse cada cierto tramo y una vez construidas mantenerlas en servicio continuamente (figuras 14 y 15).

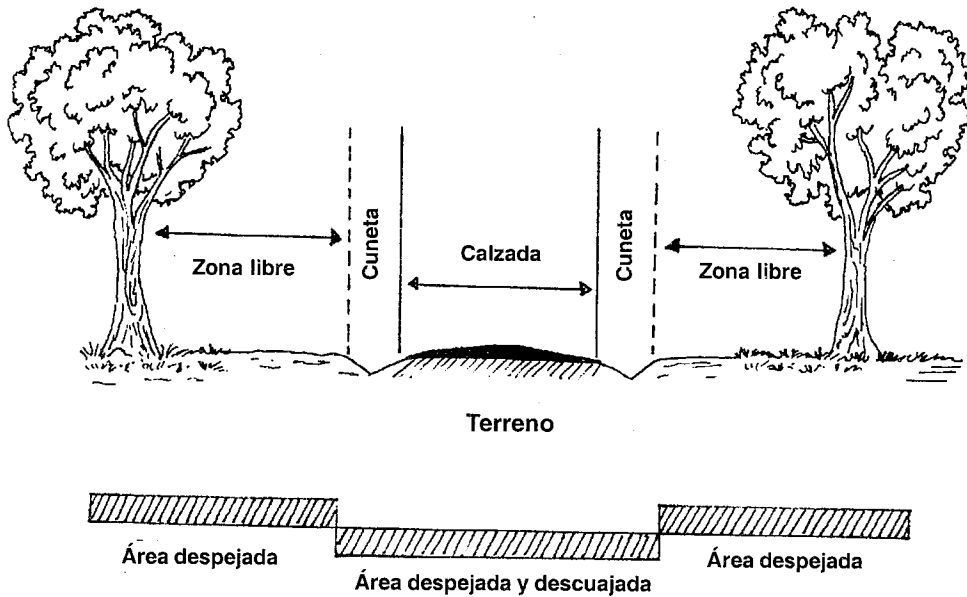


Figura 14. Perfil transversal en terreno plano

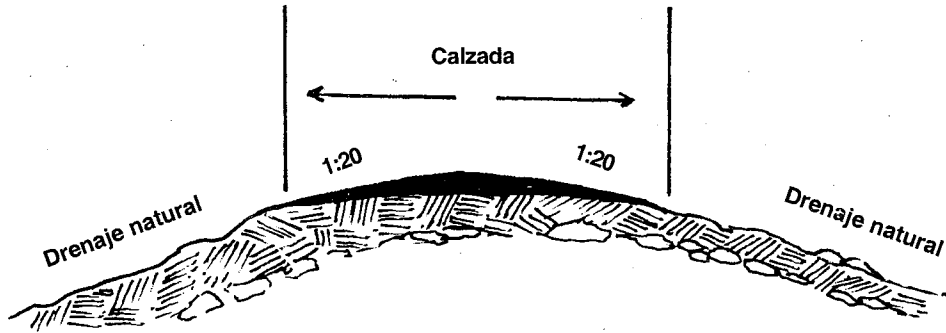


Figura 15. Perfil transversal en cresta de colinas

Alcantarillas

Permiten el paso del agua bajo la calzada sin ocasionar daños, ya sea de una cuenta lateral o de una corriente natural de poca importancia. En las condiciones de los bosques de selva baja, se estima la construcción de 2,5 alcantarillas por kilómetro de carretera.

Las alcantarillas se construyen utilizando materiales disponibles localmente, para reducir costos, tales como madera del propio bosque ya sea palos huecos de madera dura, como la que se muestra en la figura 16 o alcantarillas estándar de madera, como la que se presenta en la figura 17.

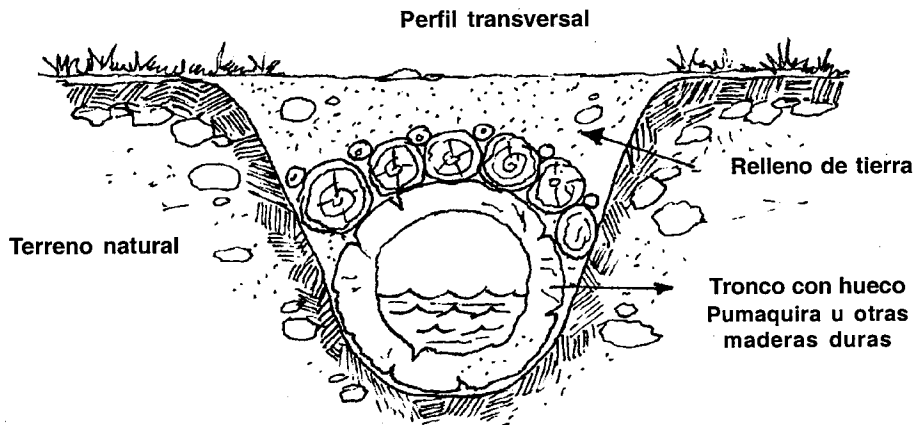


Figura 16. Alcantarilla de palo hueco

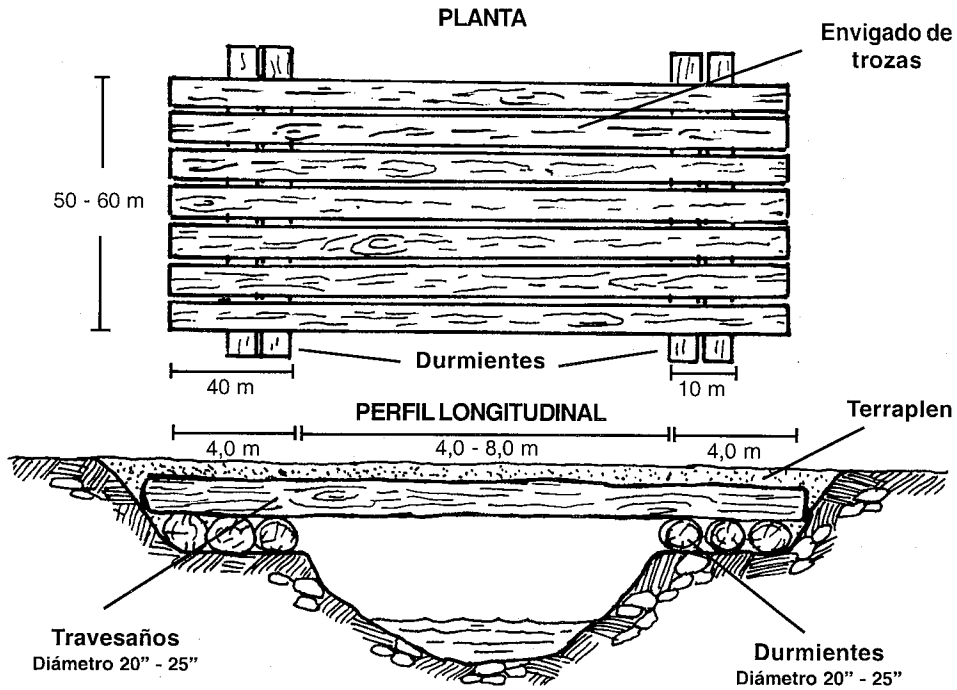


Figura 17. Alcantarilla estándar de madera rolliza

Puentes

Son obras de arte que permiten atravesar corrientes naturales de agua importantes. Los puentes más usados en carreteras forestales son los construidos de madera como los de las figuras 18 y 19. Estos puentes se construyen utilizando madera rolliza de especies duras con buena durabilidad natural y alta resistencia mecánica, y madera escuadrada con motosierra para la plataforma y huella de rodadura. Personal técnico especializado debe realizar el diseño correspondiente, una vez que se ha localizado el eje de la carretera, y dirigir su construcción. El costo de un puente depende de la longitud de luz.

Badenes

Cuando el ancho de una corriente natural no permite la construcción de un puente forestal, una solución económica es la construcción de un badén para atravesarlo, se debe construir en lugares donde la profundidad del agua sea reducida y de poca corriente. Básicamente es una plancha de concreto colocada sobre un cimiento de mampostería seca en el lecho del río (Fig. 20).

Balsa cautiva

Se utiliza para atravesar ríos cuyo ancho no permite la construcción de puentes de madera de bajo costo y además el caudal de las aguas es considerable.

DISEÑO DE PUENTE DE MADERA REDONDA

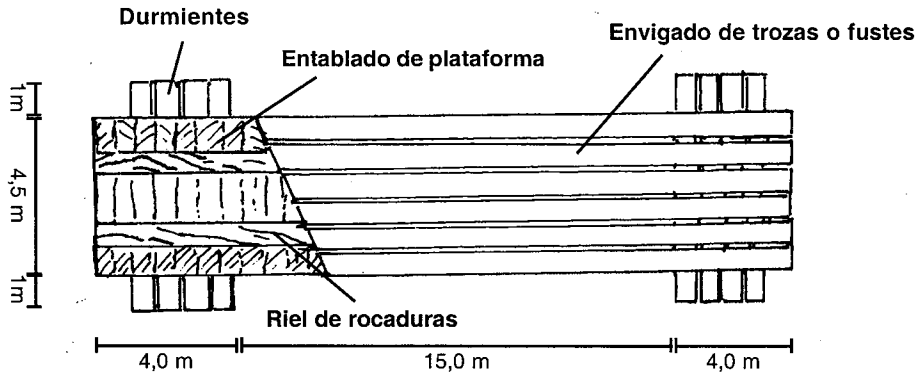


Figura 18. Planta de un puente de madera

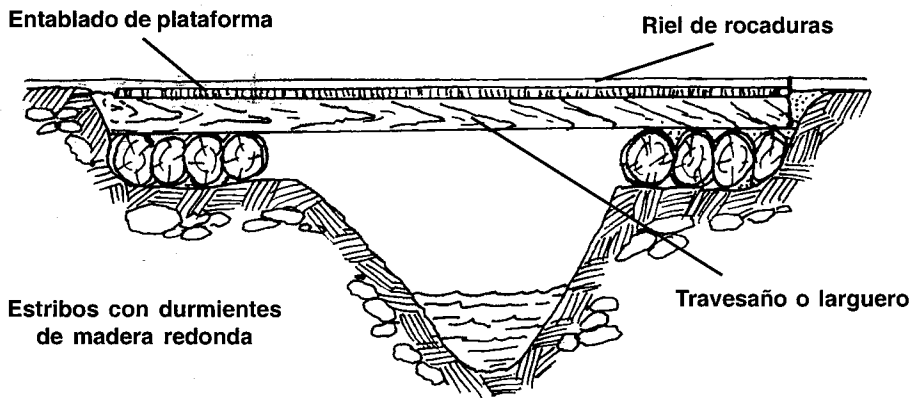


Figura 19. Perfil longitudinal de un puente

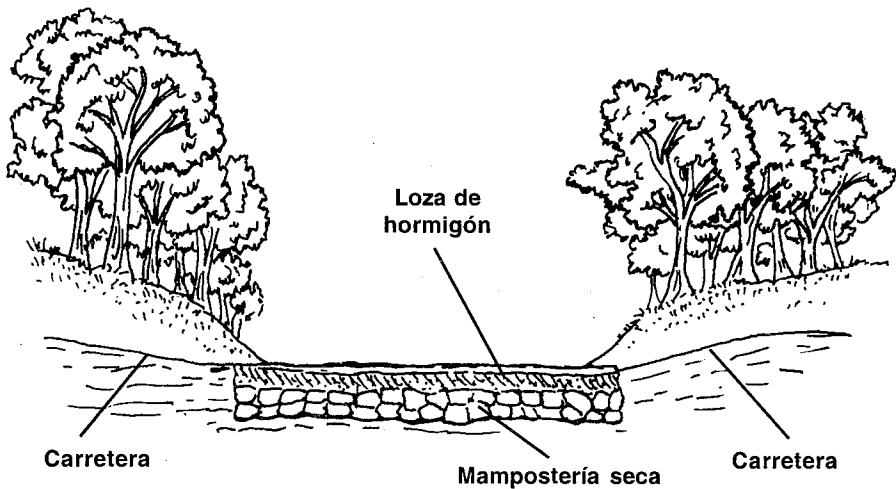


Figura 20. Diseño de un Baden

8. PATIOS DE TROZAS

Los patios son lugares donde se acopia la madera rolliza para organizar adecuadamente el transporte; la madera rolliza es trasladada desde el tocón utilizando el método de desembosque elegido. Están localizados al borde de una carretera, a través de la cual llegan los camiones utilizados en el transporte. En este lugar se dan las dimensiones finales a las trozas, se cargan los camiones e inicia el transporte.

Los patios de trozas se ubican cada cierta distancia en concordancia con el volumen de madera aprovechable por hectárea y distancia promedio de desembosque. Una distancia de 500 metros, entre patios de trozas, es adecuada para bosques tropicales húmedos.

La selección de los lugares para su construcción es muy importante, debiendo tenerse en cuenta lo siguiente:

- Terreno firme
- Adecuado drenaje
- Superficie plana

Su superficie se calculará en función del volumen de madera a acumular y el número y clase de vehículos a utilizar en carga y transporte. Superficies adecuadas son: uno grande 50 m de largo por 30 m de ancho, uno chico 30 m de largo por 20 m de ancho. Se recomienda patios no muy grandes para disminuir el impacto al bosque.

La construcción del patio comprende: limpieza de la vegetación, movimiento de tierra para nivelar su superficie y compactado. Un patio como el señalado anteriormente demanda, en promedio, 5 horas de trabajo con un tractor a orugas de 130 hp y una motosierra.

9. INVENTARIO DETALLADO (COMERCIAL)

El inventario detallado de aprovechamiento persigue los siguientes objetivos:

- Conocer los volúmenes aprovechables y por especie.
- Determinar la ubicación de los árboles aprovechables.
- Contar con información sobre relieve, suelos y drenaje del bosque por aprovechar.

Las concesiones forestales están localizadas sobre las cartas nacionales y definidos sus límites por la longitud y latitud.

Para la elaboración de los POA es necesario realizar el inventario detallado, en cada parcela de corta anual (PCA), de todos los árboles en condiciones de aprovechamiento.

Si el terreno de la PCA es plano, se traza un reticulado como el de la figura 21, se delimitan parcelas de 10 ha (250 m x 400 m) a las cuales llamamos unidades de corta y la identificamos con letras y/o números.

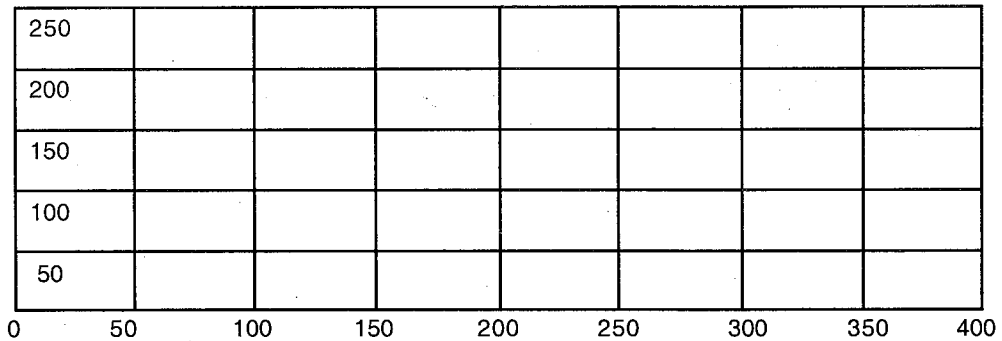


Figura 21. Reticulado y delimitación de parcelas de 10 ha

Luego se realiza el inventario comercial y el reconocimiento detallado del terreno, uno a dos años antes de dar inicio a las operaciones de aprovechamiento. Se cartografía cada unidad de corta de manera que contenga toda la información que puede influir en la planificación (cursos de agua, pendientes, áreas de poco drenaje, terrenos potencialmente erosionables o deslizables, etc.), usando una escala de 1: 2000. Los árboles aprovechables, debidamente identificados se marcan, se miden, se evalúa su calidad y su ubicación, para posteriormente ubicarlos en el mapa. La información de inventario procesada y sistematizada permitirá conocer el volumen máximo aprovechable, el cual surge de consideraciones de madurez de los árboles, consideraciones silvícolas establecidas en el plan de ordenación y de requerimientos del mercado, los árboles seleccionados serán los más maduros y aquellos que tienen aceptación en el mercado.

Todos los árboles seleccionados para el aprovechamiento se ubican en el

mapa informatizado de la unidad de corta y su distribución espacial se evalúa. La distribución espacial se corrige, en caso necesario, para evitar grandes aperturas, ocasionadas por la tumba de varios árboles contiguos. Las vías de desembosque se diseñan y trazan en el mapa previa comprobación de campo por el ingeniero responsable a fin de convalidar el plan de aprovechamiento y asegurar sus principios fundamentales.

Secuencia del inventario

1. Acondicionamiento de la PCA para realizar el inventario

- a) Georeferenciar el vértice de la PCA (punto cero), donde se iniciará el levantamiento del inventario, utilizando un GPS.
- b) Determinar la trocha base, así como las trochas de orientación. Al usar brújula debe tenerse en cuenta la declinación magnética.
- c) Construcción y señalización de la trocha base, la trocha base tiene

1,5 m de ancho, en esta faja se corta la vegetación dejándola a una altura máxima de un metro y se señala con estacas, preparadas en el lugar, colocándolas desde el punto cero cada 50 m. Cada una de estas estacas es la iniciación de una trocha de orientación. En cada estaca debe marcarse la distancia al punto cero de la trocha base y el número de la trocha de orientación.

- d) Las trochas de orientación se levantan perpendicularmente a la trocha base, cada 50 m, tienen un ancho de 0,5 m y se señalan con estacas cada 50 m, marcando las estacas con su distancia a la trocha base y el número de la trocha de orientación.
- e) Entre las estacas de la trocha base y las de orientación, marcadas cada 50 m, se colocan estacas de referencia cada 25 m sin marcarlas.

2. Toma de información

- a) Se divide la faja de 50 m de ancho, limitada por las trochas de orientación, y colocándose en el centro, de espaldas a la trocha base, se define el lado derecho e izquierdo de 25 m de ancho cada uno.
- b) Se ubican y marcan los árboles aprovechables correlativamente, partiendo del punto cero, y se registra en el formulario la siguiente información: número de faja, número de árbol, especie, diámetro a la altura del pecho, altura comercial del fuste, calidad y su ubicación dentro de la faja, lado dere-

cho o izquierdo, basándose en distancias (xy) referidas a la trocha base y trochas de orientación.

- c) La información colectada se procesa manualmente o usando programas informáticos para elaborar el mapa de dispersión de especies.

10. OPERACIONES DE CORTA

Comprenden el tumbado y el trozado de árboles, entre otras.

10.1. Tumbado

Se considera la primera operación industrial. Es la primera operación del proceso de aprovechamiento. Es compleja, riesgosa y ocasiona daños al bosque y a la madera del árbol que se tumba.

Para reducir el impacto al bosque debe imponerse la tala direccionada, siguiendo las siguientes normas:

1. Elección cuidadosa de la dirección de caída.
2. Cortar sogas y lianas que tienden a interceptar las copas de los árboles.
3. Las copas de los árboles que se tumban no deben caer dentro de las franjas de amortiguamiento, a lo largo de los ríos, ni menos quedar atravesados sobre el cauce.
4. Utilizar personal capacitado.
5. Disponer del equipo necesario.
6. Maximizar el volumen aprovechable de cada árbol.

Criterios a tener en cuenta:

- Mínimo costo: Buena programación. Técnicas correctas. Buenas herramientas y equipos.
- Mínimo impacto: Dirección de caída. Técnicas correctas. Herramientas necesarias.
- Minimizar pérdidas: Adecuada dirección de caída. Técnica de corta apropiada.
- Seguridad: Dirección de caída. Técnica correcta. Mucha atención.

10.1.1. Operaciones complementarias:

- Ubicación del árbol por tumbar.
- Limpieza de la base del fuste.
- Determinación de la dirección de caída.
- Construcción de la ruta de escape.

Ubicación del árbol por tumbar

El tumbado de árboles, en aprovechamientos selectivos, implica encontrar primeramente el árbol por tumbar, esto demanda tiempo y desplazamiento de personal y equipo que es considerable cuando las brigadas de corta no cuentan con un croquis que permita ubicar fácilmente los árboles por tumbar, y de esta manera programar el trabajo diario. El supervisor del bosque, al programar el trabajo diario, debe proporcionar esta información.

Limpieza de la base del árbol

Objetivos:

- Para poder ver y determinar la dirección de caída.
- Para trabajar cómodamente.
- Para evitar accidentes.
- Para evitar que el árbol cambie su dirección de caída.

Determinación de la dirección de caída

Su ejecución correcta es fundamental para alcanzar:

- Eficiencia en el tumbado.
- Seguridad para los operarios.
- Menor impacto al bosque.
- Evitar daños a la madera.

Estando limpia la base del árbol, el motosierrista se ubicará de espaldas al fuste en dos o tres posiciones mirando hacia la copa a fin de determinar la inclinación natural del árbol, hacia donde está más desarrollada la copa o rama más gruesa.

10.1.2 Normas a tener en cuenta en la determinación de la dirección de caída:

1. Siempre que sea posible tumbar el árbol en la dirección de su inclinación natural.
2. El árbol debe ser tumbado en una dirección que facilite la ejecución

- de operaciones posteriores. No se debe tumbar perpendicularmente a los caminos sino más bien en forma diagonal o paralela.
3. En la dirección de caída no debe haber árboles que impidan la caída del árbol, algunas veces será necesario tumbar previamente los árboles que impiden la única dirección de caída.
 4. Observar que el árbol al caer no destruya árboles remanentes ni regeneración valiosa.
 5. Evitar tumbar sobre cursos de agua.
 6. En la dirección de caída no debe haber convexidades ni concavidades, porque la madera al caer va a sufrir grandes esfuerzos que la desvalorizan.
 7. En laderas pronunciadas la dirección de caída debe ser oblicua hacia arriba.

Construcción de la ruta de escape

Al inclinarse el árbol en su caída, caerán sobre el tocón ramas secas o verdes, también el árbol puede resbalar o saltar hacia atrás, creando situaciones muy riesgosas para el motosierrista; por tanto éste y su ayudante deben alejarse rápidamente del tocón en dirección contraria a la dirección de caída. Para un rápido y seguro desplazamiento se construyen rutas de escape en dirección de 45° con respecto a la prolongación de la dirección de caída. El trabajo consiste en eliminar, con el machete, toda la vegetación en una faja de 1m de ancho.



Fig. 22. Construcción de la ruta de escape
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

10.1.3 Equipo para el tumbado con motosierra

Cada brigada de corta, constituida por el motosierrista y su ayudante, deberá disponer del equipo idóneo siguiente: motosierra, con las herramientas básicas para su mantenimiento, tres cuñas, una hacha, un machete y una wincha para medir.

Las cuñas para tumbado y trozado varían en sus dimensiones. Para árboles como los del bosque tropical húmedo, se emplean cuñas cuyas longitudes oscilan entre 5 y 25 cm, tienen un ancho de 7,5 cm y un ángulo de 22°. De acuerdo al material usado en su fabricación pueden ser de: acero, aluminio, plástico endurecido y de madera. Una cuña que da buen resultado en los bosques tropicales húmedos es la que se compone de un zapato de aluminio, que se encarga de abrir el canal de corte y de un tarugo de madera que recibe los golpes para introducir la cuña, el tarugo lleva en su parte superior un anillo de aluminio que le da consistencia para soportar los golpes sin romperse prematuramente.

10.1.4 Ejecución del tumbado

Altura del corte.-Debe ser la más cercana posible al suelo, porque permite un mejor aprovechamiento de la madera del árbol y porque además facilita la ejecución del desembosque, pero cuando el árbol no presenta buen estado sanitario en la base o se trata de árboles con aletas puede realizarse el corte a una altura cómoda para el operario.

Método de tumbado.-Para el tumbado de árboles aprovechables de los bosques húmedos tropicales se emplea el método "tumbado técnicamente dirigido". El método consiste en hacer una muesca en la dirección de caída, previamente determinada, la cual afectará de 1/5 a 1/3 del diámetro del árbol. Se hace primero un corte oblicuo y luego uno horizontal, al unirse ambos cortes salta una cuña de madera dejando un vacío que resta estabilidad al árbol en el sentido de la dirección de caída.

Terminada la muesca se procede a realizar el corte de caída, del lado contrario a la dirección de caída, con un corte horizontal paralelo al de la muesca, pero a una mayor altura: 5 a 6 cm para árboles de 40 a 60 cm de diámetro y de 10 a 25 cm para árboles de mayor diámetro. El corte de caída avanza hasta la bisagra, la cual no se corta, la bisagra guía al árbol en su caída y sus fibras se decapitan al caer el árbol (figura 23).

10.1.5 Técnicas de tumbado con motosierra

Las técnicas de tumbado con motosierra varían en función de los tres factores siguientes: forma del fuste, inclinación del fuste y longitud útil de la barra con relación al diámetro del árbol.

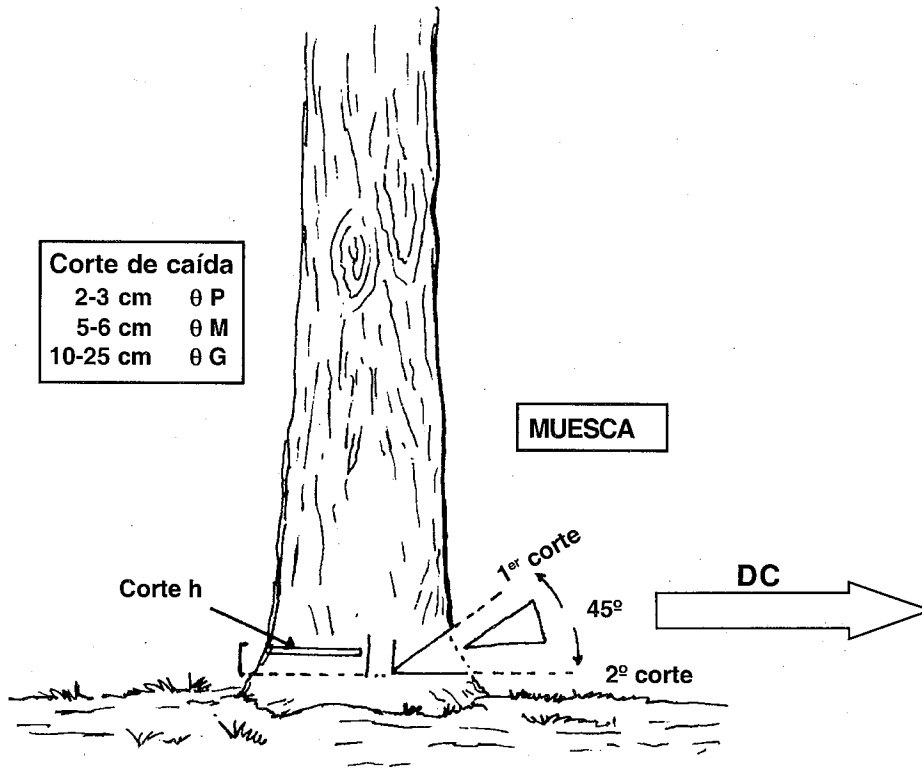


Figura 23. Especificaciones del tumbado técnicamente dirigido

Ejecución de la muesca

Arboles verticales cilíndricos



Figura 24. Cuando el largo útil de la barra es mayor que el diámetro
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003



Figura 25. Cuando el largo útil de la barra es menor que el diámetro
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

Arboles verticales con aletas

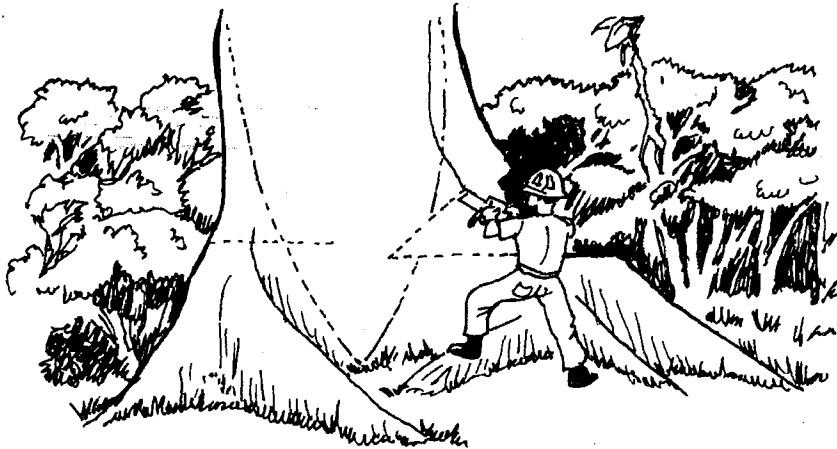


Figura 26. Ejecución de la muesca en un árbol con aletas
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

Arboles Inclinaos con aletas

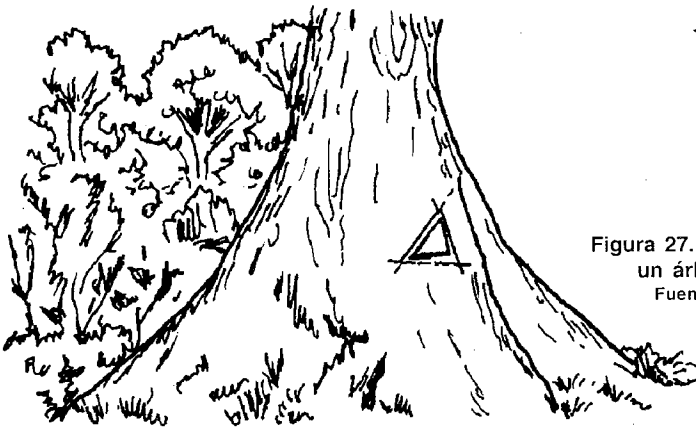
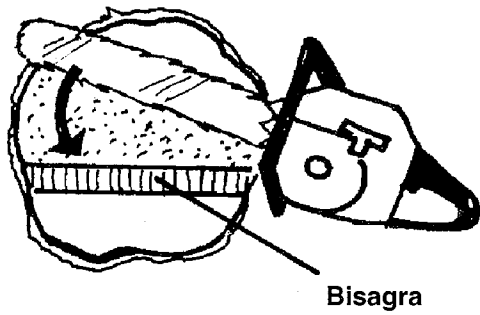


Figura 27. Ejecución de la muesca en un árbol inclinado con aletas
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003



Ejecución del corte de caída

- a) Árboles verticales cilíndricos
 - Largo útil de la barra mayor que el diámetro del árbol

Figura 28. Largo útil de la barra mayor que el diámetro del árbol

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

- Largo útil de la barra menor que el diámetro del árbol

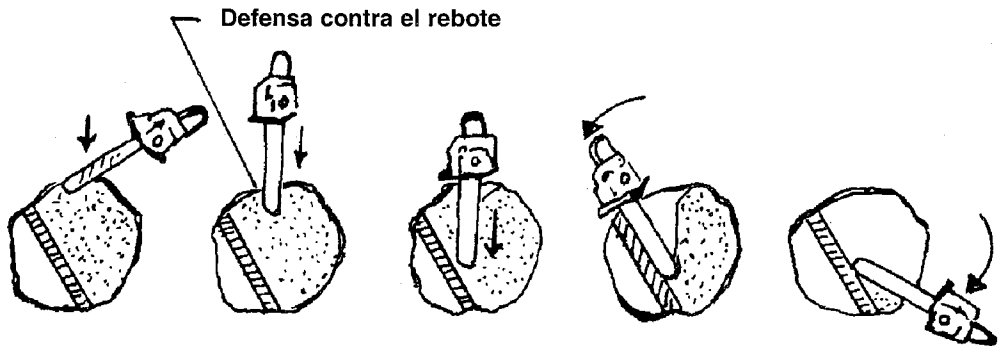


Figura 29. Largo útil de la barra menor que el diámetro del árbol

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

- Largo útil de la barra menor que el radio

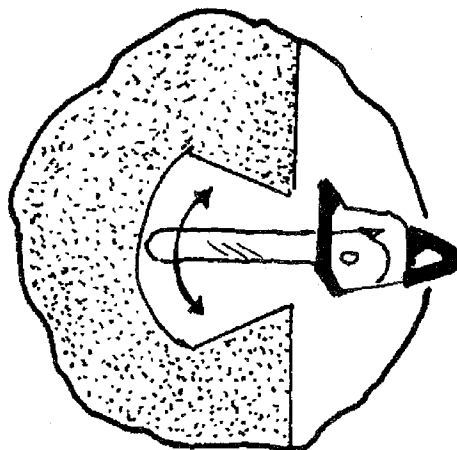


Figura 30. Largo útil de la barra menor que el radio

Fuente: Manual de Motosierras
FAO/PER/78/ 003

b) Árboles verticales con aletas

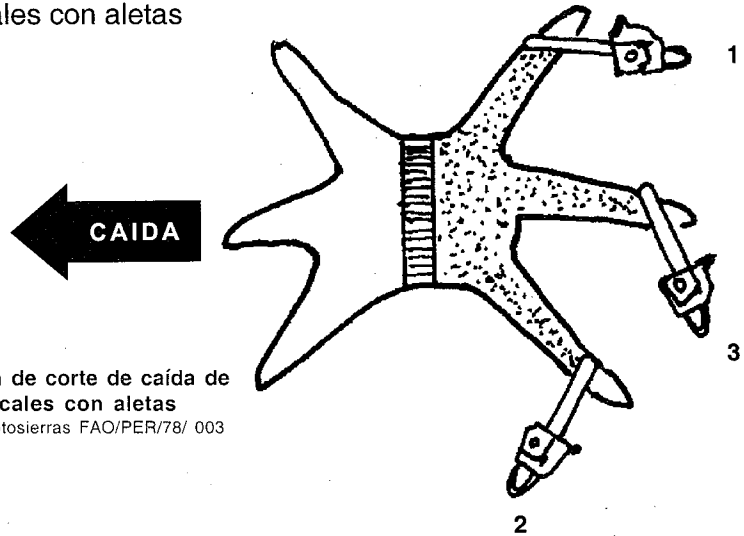


Figura 31. Técnica de corte de caída de árboles verticales con aletas

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

c) Árboles cilíndricos inclinados

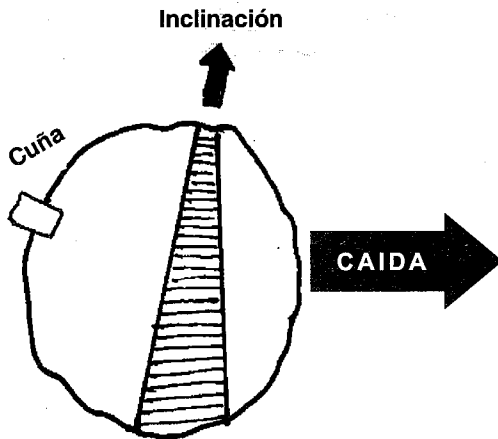


Figura 32. Cuando la inclinación natural forma un ángulo con la dirección de caída

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

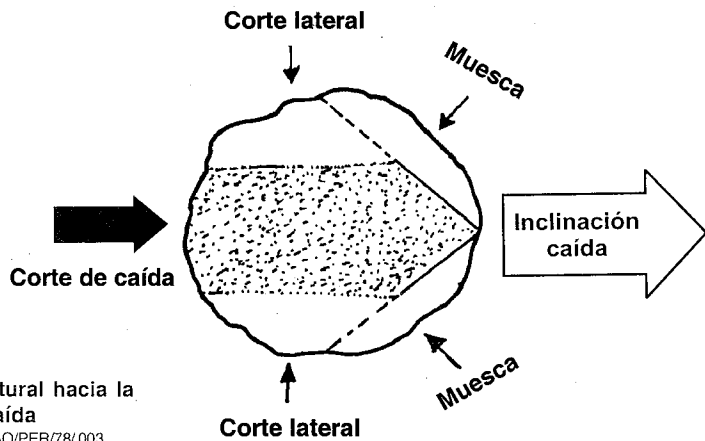


Figura 33. Inclinación natural hacia la dirección de caída

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

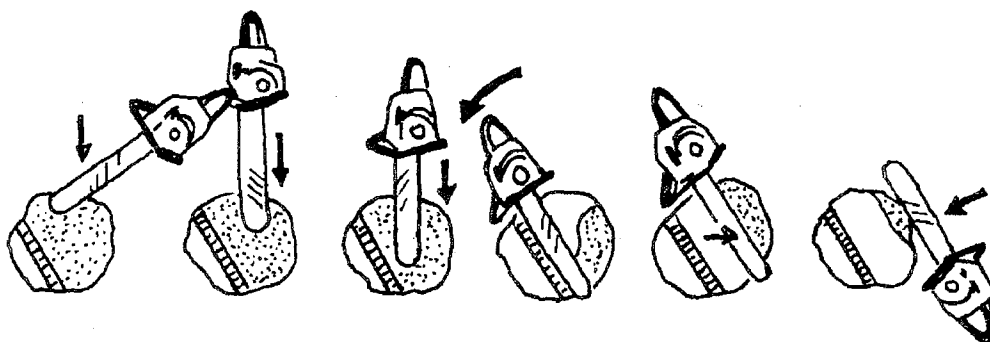


Figura 34. Corte de caída en árboles inclinados de diámetro menor
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

d) Árboles inclinados con aletas

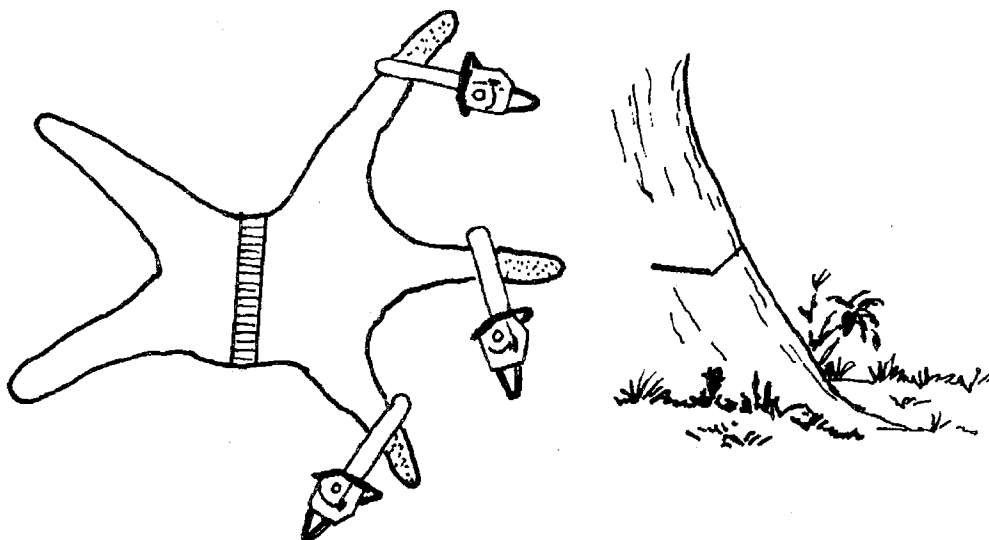


Figura 35. Corte de caída en árboles inclinado con aletas
Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

10.1.6 Pérdidas de madera en el tumbado

Cuando no se usa la técnica correcta de tumbado, ya sea en la ejecución de la muesca o del corte de caída, como también cuando se tumba sobre superficies cóncavas o convexas, se producen pérdidas de madera considerables por desgarramientos del fuste, partido del fuste, defectos varios como: acebolladuras, chancado,

estrellado etc, que pueden representar el 25 - 30% del volumen del fuste.

10.2 Despunte

La operación de corta que sigue al tumbado, cuando se trata de árboles nativos de los bosques tropicales, es el despunte. Estos árboles normalmente presentan fustes desprovistos de ramas, estas aparecen formando la copa; de allí que cuando se ha tum-

El trozado es una operación muy importante en el aprovechamiento, debe organizarse y ejecutarse convenientemente para lograr:

- Un mejor aprovechamiento de la madera del fuste.
- Obtener trozas de buena calidad.
- Evitar accidentes.

Proceso

1. Eliminación de la vegetación circundante al fuste.
2. Decidir sobre el corte de despunte
3. Identificar los defectos que obligan a realizar los cortes en determinados puntos.
4. Medir las longitudes comerciales de las trozas y marcar.

Normas

1. Utilizar el mayor volumen servible del fuste.
2. Obtener una o varias trozas de primera calidad libre de defectos.
3. Tratar de que los defectos queden cerca al diámetro mayor de la troza.
4. Conservar las dimensiones compatibles con los productos a obtener. Es necesario siempre dar una longitud adicional de 10 – 15 cm para que la madera aserrada tenga la longitud deseada.

10.3.1. Técnicas de trozado con motosierra

- a) Arbol completamente apoyado sobre el suelo

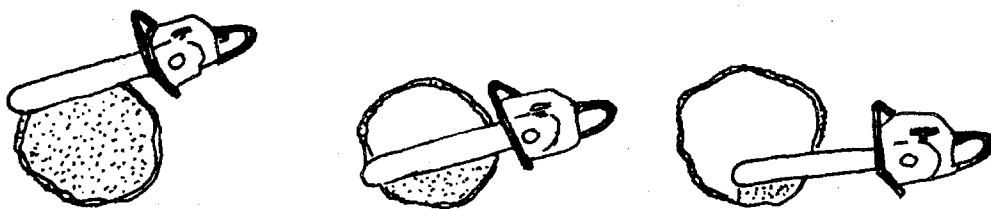


Figura 36. Largo útil de la barra mayor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

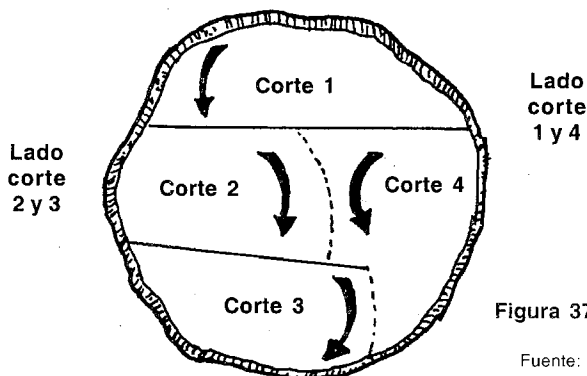


Figura 37. Largo útil de la barra menor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

b) Trozado de un árbol apoyado en dos puntos

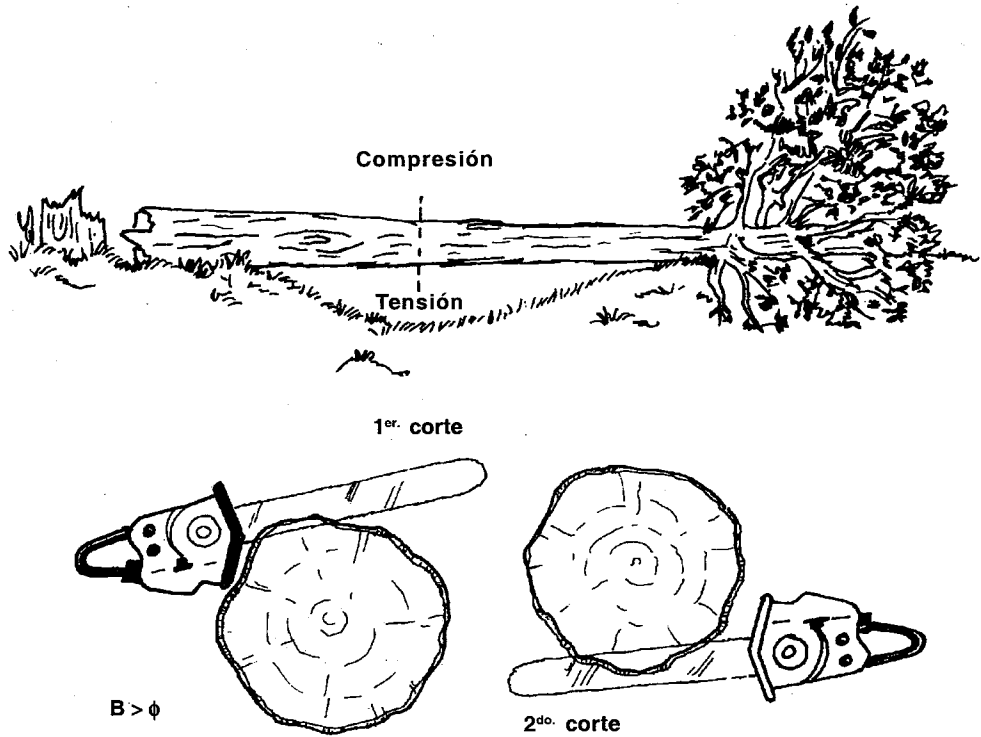


Figura 38. Largo útil de la barra mayor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

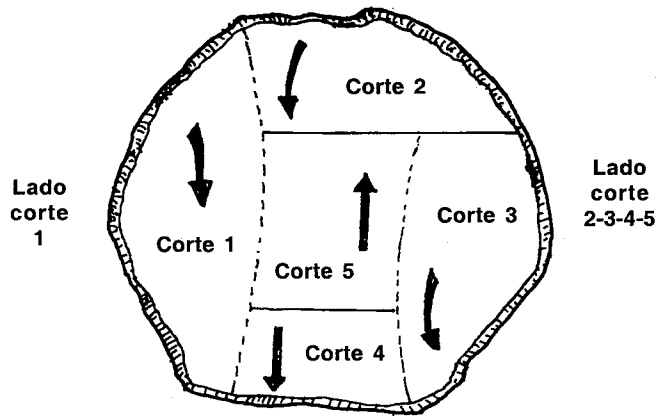


Figura 39. Largo útil de la barra menor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

c) Arbol con un extremo levantado

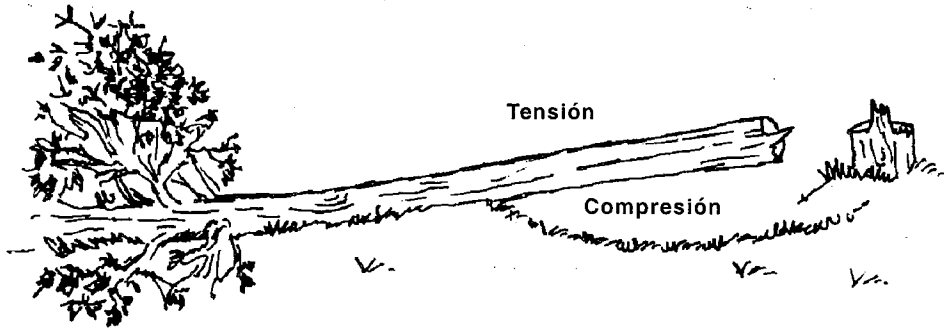


Figura 40. Arbol con un extremo levantado

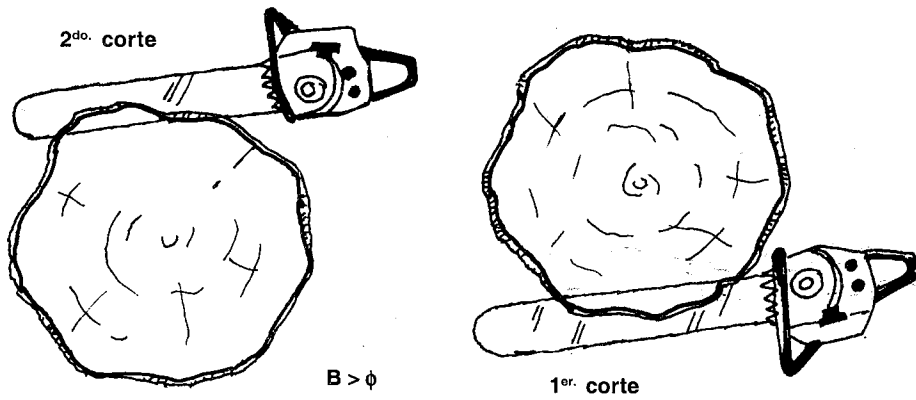


Figura 41. Largo útil de la barra mayor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

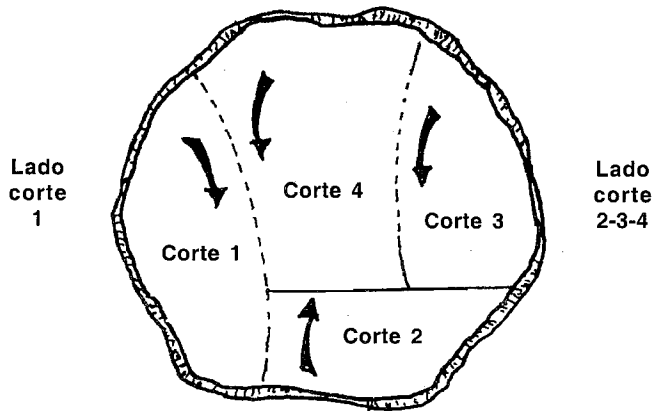


Figura 42. Largo útil de la barra menor que el diámetro

Fuente: Manual de Motosierras FAO/PER/78/ 003

11. DESEMBOSQUE

También conocido como: arrastre, madereo, transporte menor, etc. Comprende el traslado de la madera rolliza desde el tocón a un patio de trozas donde se inicia el transporte.

Generalmente es una operación compleja y difícil; sus costos representan entre el 40 – 50% del costo de la madera puesta en planta y cuando no se ejecuta técnicamente ocasiona serios daños a los árboles remanentes y al suelo, en consecuencia para minimizar su impacto debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Selección adecuada de métodos, máquinas y equipos en concordancia con las características del bosque.
- Señalizar las vías de desembosque.
- Utilizar técnicas adecuadas de desembosque.
- Adecuado diseño y construcción de los patios de trozas.
- Suspensión del desembosque durante las épocas de lluvias.

El desembosque, según la posición que ocupa la troza durante la operación, puede ser:

- Por rodadura
- Por arrastre
- Llevando la carga suspendida

De acuerdo a la fuente de fuerza utilizada, el desembosque puede realizarse por diferentes métodos, a su

vez, la forma como se ejecuta el desembosque determina el método de aprovechamiento.

En el caso de las extracciones mecanizadas de Pucallpa, el método de aprovechamiento empleado es el del "fuste completo despuntado" utilizando tractores forestales articulados a ruedas.

Si bien el empleo de tractores forestales en el desembosque de madera rolliza se encuentra bastante difundido en la zona de Pucallpa, su uso adolece de criterios técnicos ya sea en planificación, programación del trabajo, ejecución de la operación, economía y otros. El coeficiente de utilización del tractor, considerando la duración de la zafra, es 44,6 %. La distancia promedio de desembosque está entre 2138 y 2769 m y normalmente los tractores no utilizan toda su capacidad, generando elevados costos de desembosque.

11.1. Desembosque con tractores forestales

El uso de tractores forestales articulados a ruedas, en el desembosque de madera rolliza de los bosques tropicales húmedos, es una tarea difícil y generalmente riesgosa, ocasiona daños a la máquina y al bosque. Con el propósito de evitarlos y/o disminuir al mínimo los daños a los ecosistemas forestales se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Seleccionar tractores forestales de potencia y peso adecuado a las

- condiciones de terreno y dimensiones más frecuentes de la madera rolliza a desemboscar.
- Usar preferentemente el tractor forestal en combinación con el tractor a orugas, aprovechando las ventajas de cada máquina. El tractor a orugas alimentará al tractor forestal jalando las trozas desde el tocón hasta el borde de la trocha principal y el tractor forestal, desplazándose sobre la trocha principal, jalará la madera rolliza hasta el patio de trozas (Fig. 43).
 - Los tractoristas deben tener una adecuada capacitación y formación profesional, para asegurar la realización de operaciones eficientes y de mínimo impacto.
 - Las trochas o viales de desembosque deben trazarse y construirse teniendo en cuenta la ubicación de la madera, la dirección de desembosque y las dimensiones más frecuentes de las trozas.
 - La operación de desembosque debe ser controlada por el supervisor del bosque o el ingeniero responsable del aprovechamiento.
 - Los tractoristas deben recibir instrucciones claras y disponer de información que les permita programar su trabajo y predecir rendimientos y costos.
 - Los tractoristas deben presentar reportes diarios de productividad y estado de la máquina.

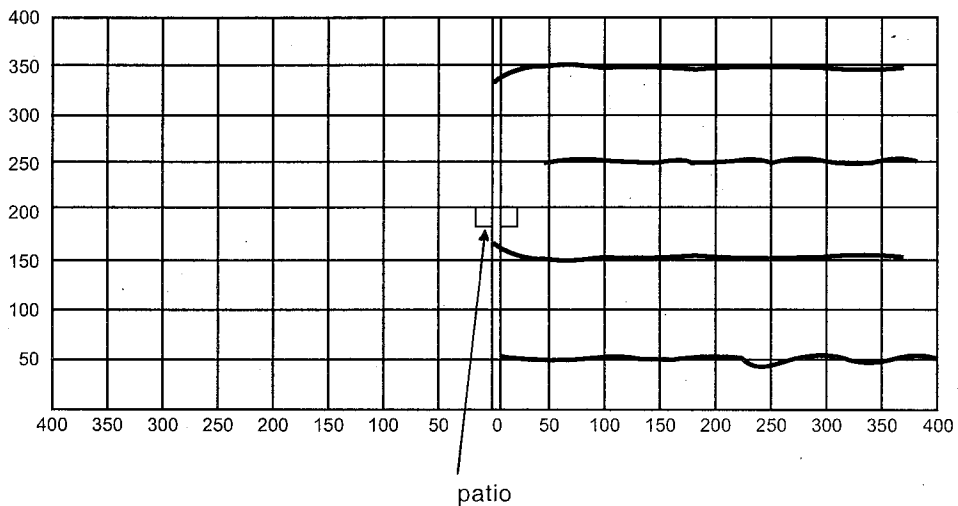


Figura 43. Trochas principales de desembosque

INFORME DIARIO DE DESEMBOSQUE

Unidad de corta:..... Tractor: Tractorista:

Día..... HP:..... hp:

Viaje N°	Nº de fustes	Distancia (m)	Volumen (m³)	Impacto	Observaciones

HP: Horas programadas

hp: Horas productivas

12. NORMAS DE SEGURIDAD

Cada individuo, en una organización, debe aceptar su responsabilidad por la seguridad, si se quiere que los accidentes sean reducidos sustancialmente. Si tal responsabilidad no es tomada seriamente, accidentes de diversa índole ocurrirán repetidamente, se ha visto que la aceptación personal de responsabilidad por la seguridad es un componente crítico en la prevención de accidentes.

Un programa efectivo de prevención de accidentes, en cualquier organiza-

ción, debe empezar con la designación de la seguridad como un objetivo. Puesto que el jefe de extracción es el representante de la empresa extractora, él debe demostrar que la firma promueve tales programas.

La responsabilidad por la seguridad incluye:

1. Iniciación, publicación y mantenimiento de un programa comprensivo de salud y seguridad.
2. Asegurar que todos los trabajadores reciban adecuada capacitación

- y que luego sean seguidos por programas de entrenamiento *in situ*.
 - 3. Asegurar la prestación de primeros auxilios en casos de accidentes.
 - 4. Dar a conocer regulaciones o normas de salud y seguridad.
- Utilizar las cuñas tan pronto se ha profundizado el corte de caída.
 - Cuando la motosierra está funcionando, nadie debe acercarse al lugar si antes no ha recibido el aviso correspondiente para hacerlo.

12.1. Normas para el uso de motosierras

- Transportar la motosierra con cuidado, con la barra hacia atrás y con el motor apagado.
- Usar ropa apropiada: ceñida al cuerpo y no floja, zapatos tipo botín con punta de acero, casco con visera y protectores de oídos.
- Mantener una posición de trabajo correcta con la espalda siempre recta.
- Realizar una adecuada limpieza de la base del fuste del árbol por tumbar y preparar la ruta de escape.
- Analizar la copa del árbol para determinar situaciones de peligro que puedan presentarse al caer el árbol.
- Cortar lianas o sogas que pudieran cambiar la dirección de caída del árbol.
- Determinar en forma correcta la dirección de caída.
- Utilizar la técnica de trabajo adecuada según la situación lo requiera.
- Estar siempre atento y prevenir el "rebote" de la motosierra.

12.2. Normas para el uso de tractores forestales

- Los tractores sólo deben ser operados por personal capacitado, que conoce las posibilidades de la máquina, la técnica de trabajo y las normas básicas de seguridad.
- Los tractores no deben penetrar en la zona de corta sin antes haber una señal convenida y recibido la correspondiente autorización por parte del talador.
- No poner en marcha el tractor, al cual están atadas las trozas, hasta no haber recibido la señal convenida por parte del enganchador.
- No dar la señal de autorización de puesta en marcha mientras haya trabajadores en la zona de enganche.
- Los tractores no deben ser utilizados para el arrastre de trozas en pendientes superiores al 30%, tampoco deben desplazarse a través de laderas.
- Mientras el tractor está en movimiento, o el cable de arrastre en tensión, ningún trabajador debe:
 - a) Ajustar o quitar los estrobos de las trozas.
 - b) Aflojar los sistemas de emergencia.

- c) Cruzar o pasar por encima y cerca del cable de arrastre.
- Los tractores deben estar provistos de una cabina con la resistencia suficiente, de manera que garantice la seguridad del conductor en caso de:
 - a) Vuelco.
 - b) Caída de troncos, ramas, cables u otros objetos.
 - c) Desplazamientos de la carga.
- La cabina debe estar provista de:
 - a) Parabrisas y ventanilla de material transparente, que no se rompan en astillas cortantes por efecto de un choque.
 - b) Limpia parabrisas mecánico.
- Los asientos del tractor deben:
 - a) Amortiguar suficientemente las vibraciones.
 - b) Tener respaldo.
 - c) Cinturón de seguridad.
- El sistema de escape de gases debe estar instalado de manera que se evite la acumulación de gases y humos nocivos para el conductor.
- Los tractores deben estar equipados con:
 - a) Botiquín de primeros auxilios.
 - b) Un extintor de fuego adecuado.
- Los tractores no deben transportar pasajeros.
- Ninguna persona debe viajar, parada o sentada, junto al arco integral, winche o las trozas arrastradas por el tractor.
- Los conductores deben llevar calzado apropiado y ropa ajustada al cuerpo.
- Ninguna persona debe deslizarse debajo de un tractor sin haberlo advertido previamente o haberse cerciorado de que el mismo no puede moverse.

1.3. NORMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL

Las normas ambientales básicas a tener en cuenta en el aprovechamiento de los bosques son:

- Localizar las carreteras y construirlas sin causar problemas de erosión, deslizamientos y los posibles efectos sobre las zonas y hábitats situados aguas abajo.
- Reducir al mínimo los daños a la masa arbórea remanente, mediante una cuidadosa capacitación del personal encargado de la ejecución de las operaciones.
- Los residuos de aceites y combustibles de motosierras, tractores y camiones deben recogerse y descargarse en puntos que aseguren la no-contaminación del ambiente.
- Debe evitarse el efecto de compactación del suelo utilizando tractores con neumáticos de baja presión y tratar de circular el menor número de veces por una misma pista de arrastre.

- Debe evitarse contaminar los cursos de agua con desperdicios sólidos.
- En la construcción de los patios de trozas debe tenerse en cuenta posibles problemas de erosión y la incidencia de insectos y hongos.
- Establecer un sistema de control efectivo que evite el establecimiento en los bosques, de otras formas de uso de tierra que destruyen la diversidad biológica, la fauna, la flora y el suelo.

14. CRITERIOS DE OPTIMIZACION DE COSTOS DE APROVECHAMIENTO

Las operaciones de aprovechamiento y transporte forestal en el país se desarrollan con poco criterio técnico y en ausencia de conceptos fundamentales, para su realización eficiente. Como consecuencia los costos unitarios resultan elevados, no permitiendo la extracción de muchas maderas que aun teniendo mercado en la actualidad, no se extraen porque su precio de venta no paga los costos de extracción y transporte o porque permite una muy baja rentabilidad.

Las operaciones de aprovechamiento forestal son, por naturaleza, muy complejas, debe tenerse en cuenta aspectos de medio ambiente, sociales, económicos, culturales y técnicos, concernientes a un grupo de condiciones dadas; optimizar costos en estas circunstancias es una tarea difícil que sólo se logra planificando las operaciones, programando los trabajos de máquinas y equipos, seleccio-

nando y capacitando al personal y brindando condiciones de bienestar a los trabajadores, entre otros. La optimización de los costos plantea un trabajo metódico orientado a incrementar productividades de máquinas y equipos.

La producción por unidad de tiempo, en las diversas operaciones de aprovechamiento y transporte, está influenciada por diferentes factores, algunos fáciles de medir, otros de difícil o imposible medición. Determinar su influencia, en la producción por unidad de tiempo de máquinas y equipos, es de fundamental importancia para conocer los costos unitarios y tomar decisiones que conduzcan a la obtención de menores costos.

Las empresas extractoras deben estar familiarizadas con cálculos de costos y cambio de máquina, pero además deben tener en cuenta otros factores como: mano de obra, capital y administración, los cuales deben estar considerados junto con la maquinaria bajo el criterio de alcanzar los costos de aprovechamiento más bajos.

Las empresas deben capacitar constantemente a su personal, en los métodos y técnicas que la realización de las operaciones impone según la situación, a fin de alcanzar mayores rendimientos y sin poner en riesgo la seguridad de los trabajadores.

El bienestar de los trabajadores es un aspecto importante a tener en cuenta, a fin de mantener un espíritu de motivación hacia el mayor rendimiento entre los trabajadores. En tal sentido,

se deben estudiar sistemas de retribución equitativos, proporcionar condiciones confortables en los campamentos, brindar alimentación adecuada y velar por la salud y seguridad en el trabajo.

Las empresas deben darle mucha importancia a la planificación de las operaciones, partiendo de información básica que deben disponer, de esta manera podrán tomar mejores decisiones con respecto a métodos, máquinas, equipos y organización del trabajo. Debe tenerse presente que la información influye en los costos. Para conseguir información más o menos detallada debe establecerse ciertas rutinas de control y registro de datos en el trabajo.

Las empresas deben implementar programas de mantenimiento preventivo para las máquinas, a fin de reducir al mínimo los tiempos improductivos por fallas mecánicas.

El apoyo logístico debe estar bien organizado a fin de disponer oportunamente de repuestos, combustibles, lubricantes y otros insumos que son indispensables para la normal utilización de las máquinas y equipos.

15. COSTOS DE APROVECHAMIENTO

Están constituidos por costos de: planificación, construcción y mantenimiento de la red de caminos, construcción de patios de trozas y campamentos, operaciones de extracción y transporte, dirección y organización de operaciones, entre otros.

Puesto que el análisis de costos es vital en el suceso de las operaciones de aprovechamiento forestal, el personal técnico a cargo de dichas operaciones debe estar familiarizado con los distintos métodos de análisis de costos, a fin de encontrar el más apropiado para sus necesidades.

Los costos totales de una máquina incluyen aquellos relacionados con su adquisición como propiedad y los relacionados con su operación. Para análisis de costos de extracción los costos pueden ser agrupados en:

- Costos de posesión o costos fijos (se acumulan tanto cuando las máquinas trabajan o están detenidas).
- Costos de operación (se acumulan cuando las máquinas están trabajando).
- Costos de mano de obra.

Para calcular estos costos es necesario disponer de información básica y familiarizarse con la siguiente terminología:

- **Especificaciones de la máquina.** Puede obtenerse del manual de instrucciones del fabricante.
- **Inversión o costo de adquisición.** Incluye costo de la máquina, costo del equipo adicional, impuestos, transporte y otros.
- **Valor de reventa:** Estimar dicho valor es difícil por que se basa en un valor futuro del mercado y en las condiciones que tendrá la máquina al momento de venderla. Se

estima en 20% del valor de adquisición.

- **Vida económica.** Está basada en la experiencia personal con equipo similar.
- **Costos de posesión.** Incluye: depreciación, interés, seguro e impuestos.
- **Costos de operación.** Incluye: mantenimiento y reparación, combustibles, lubricantes, llantas y otros.
- **Costos de mano de obra.** Incluye: salario, alimentación, leyes sociales y otros.
- **Tiempo total.** Se considera el periodo de tiempo que teóricamente la máquina podría trabajar. En un año el tiempo total sería 365 días.
- **Tiempo de trabajo programado.** Es el tiempo anual que la máquina es programada para hacer trabajo productivo. Si la máquina está disponible para trabajar 200 días al año, este será su tiempo programado.
- **Tiempo productivo.** Es aquella porción del tiempo programado durante el cual la máquina trabaja realmente.
- **Utilización de la máquina.** Es el porcentaje del tiempo programa-

do que la máquina trabaja realmente.

Costos unitarios. El cálculo de estos costos se basa en la siguiente información:

- El costo por la unidad de tiempo para cada factor de consumo. El costo por unidad de tiempo utilizado.
- El rendimiento o la producción por unidad de tiempo.

Es necesario contar con información adecuada sobre las distintas operaciones del aprovechamiento a fin de obtener resultados razonables.

Los factores de costos o consumo (máquinas, capital, mano de obra) se calculan por unidad de tiempo (año, día, hora).

Los rendimientos en unidades de volumen (m³, pie tablar).

El costo unitario de la madera puesta en planta está constituido por la suma de los costos parciales de cada una de las fases del proceso de aprovechamiento y comprende:

- Costos directos
- Costos indirectos
- Costos de administración y ventas
- Utilidad

COSTO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MOTOSIERRA (dólares por día)

Elementos de cálculo

Valor de adquisición (I)	US \$	1200
Valor de la barra (b)	US \$	100
Valor de la cadena (c)	US \$	20
Vida útil de la motosierra (N)	años	2
Vida útil de la barra (Nb)	días	150
Vida útil de la cadena (Nc)	días	15
Valor residual de la motosierra (R)		0
Interés (i) sobre el capital medio anual (CM)	%	10
Mantenimiento y reparación	% Depreci.	70
Días productivos por año (D)	días	150
Relación mezcla combustible aceite (a), gasolina (ga)		1:20
Consumo mezcla combustible por día (cm)	gl/d	2,4
Consumo de aceite para cadena por día (a)	gl/d	1,2
Precio de la gasolina 84 octanos (Pg)	\$/gl	2,34
Precio del aceite motor de 2 tiempos (Pam)	\$/gl	7,00
Precio aceite para cadena (Pac)	\$/gl	6,63
Salario de motosierrista	\$/d	9
Salario ayudante	\$/d	6,6
Costo ración alimenticia	\$/d	2,25

Cálculo de costos (dólares/día)

1. COSTOS FIJOS: \$/d **4,20**

1. 1. Depreciación: \$/d **3,60**

$$\frac{I - (b+c)}{ND} = \frac{1200 - (100 + 20)}{2 + 150} = 3,60$$

1. 2. Interés: \$/d **0,60**

$$\frac{[(I - R) (N + 1) + R] i}{2 * N * D} = \frac{[(1200 - 0) (N + 1) + R] * 0.10}{2 * 2 * 150} = 0,60$$

2. COSTOS VARIABLES: \$/d **18,61**

2. 1. Depreciación de la barra: \$/d **0,67**

$b / Nb = 100 / 150 = 0,67$

2. 2. Depreciación de la cadena: \$/d 1,33

$$C / NC = 20 / 15 = 1,33$$

2. 3 Mezcla combustible: \$/d 6,14

$$\frac{[(a * Pa) + (ga * Pga)] * cm}{ga + a} = \frac{[(1 * 7) + (20 * 2,34)] * 2.4}{20 + 1} = 6,14$$

2. 4 Aceite para lubricación de la cadena: \$ / d 7,95

$$Cac * Pac = 1,2 * 6,63 = 7,95$$

2. 5 Mantenimiento y reparación: \$ / d 2,52

$$0.7 * Depreciación = 0,7 * 3,60 = 2,52$$

3. MANO DE OBRA: \$ / d 16,93

$$\frac{(9,0 + 6,6 + 4,50) 200}{150} = 16,93$$

COSTO DE FUNCIONAMIENTO POR DIA

$$CF + CV + CMO = 4,20 + 18,87 + 16,93 = 39,74 \text{ $ / d}$$

COSTOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN TRACTOR FORESTAL CAT 518

Elementos de cálculo

- Valor de adquisición (I):.....	US \$	138 000
- Valor de neumáticos (Vn):.....	US \$	9 400
- Valor del cable (Vc):	US \$	277
- Vida útil del tractor (N):.....	años	6
- Vida útil de los neumáticos (Nn):	años	2
- Vida útil del cable (Nc):.....	días	30
- Valor residual del tractor (R):	% (I)	30
- Interés (i) sobre el capital medio anual (CM).....	%	10
- Días programados por año.....	días	200
- Días productivos por año (D).....	días	150
- Horas de trabajo por día (H).....	horas	10
- Seguro (S).....	% CM	3
- Mantenimiento y reparación:	% Depre	50
- Consumo de combustible (Cc).....	gl / hora	2,27
- Lubricantes:	gl / hora	1,59

Item	Consumo (gl/h)	Precio (\$/gl)	Costo (\$/h)
Motor	0,04	8,00	0,32
Transmisión	0,02	8,50	0,17
Mandos finales	0,03	6,60	0,20
Sist. Hidráulico	0,05	6,60	0,33
Grasa	0,04 kg/h	5,00 \$/kg	0,20
Total			1,22

-Filtros: 30 % de costos de lubricantes

-Personal:

Item	Operador	Ayudante
Sueldo básico (SB)	400 \$/mes	250 \$/mes
Beneficios sociales (BS)	30 % SB	30 % SB
Alimentación	2,25 \$ / día	2,25 \$ / día

CÁLCULO DE COSTOS (en dólares/hora)

1. COSTOS FIJOS (CF): \$/h 18,14

1. 1. Depreciación: \$/h 9,68

$$\frac{(I - V_n) - R}{N * D * H} = \frac{(138000 - 9400) - 41400}{6 * 150 * 10} = 9,68$$

1. 2. Interés: \$/h 6,51

$$\frac{CM * i}{D * H} = \frac{[(I - R)(N + 1) - R] * i}{2 * N * DH} = \frac{977,50 * 0,10}{150 * 10} = 6,51$$

1. 3. Seguro: \$/h 1,95

$$\frac{S * CM}{D * H} = \frac{0,03 * 977,50}{150 * 10} = 1,95$$

2. COSTOS VARIABLES (CV): \$/h 15,73

2. 1. Depreciación de neumáticos: \$/h 3,13

$$\frac{V_n}{NnDH} = \frac{9400}{2 * 150 * 10} = 3,13$$

2.2. Depreciación del cable: \$/h 0,92

$$\frac{Vc}{NcH} = \frac{277}{30 * 10} = 0,92$$

2.3. Combustible: \$/h 5,26

$$Cc * Pc = 3,27 * 1,61 = 5,26$$

2.4. Lubricantes y filtros: \$/h 1,58

$$1,22 + (0,30 * 1,22) = 1,58$$

2.5. Mantenimiento y reparación: \$/h 4,84

$$50 \% \text{ Depre.} = 0,5 * 9,68 = 4,84$$

3. MANO DE OBRA (CMO)..... \$/h 3,63

$$\frac{(400 + 250) 7 + (2,25 + 2,25) 200}{150 * 10} = 3,63$$

COSTO DE FUNCIONAMIENTO POR HORA:

$$CF + CV + CMO = 37,50 \$/h$$

Bibliografía

- Anaya, H. y Christiansen, P. 1986 Aprovechamiento Forestal, IICA, San José, Costa Rica.
- B.C. Forest Service. 1995 "Forest road engineering guidebook" British Columbia, Canada.
- Campos, R. 2002 Aprovechamiento forestal. Apuntes de clases, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- 2003 Caminos Forestales. Apuntes de clases, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- 1994 "Planificación del aprovechamiento forestal en bosques asignados al Proyecto: Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander von Humboldt". INRENA, Lima, Perú.
- 1983. "Estructura de los costos de extracción y transporte de madera rolliza en selva baja", Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003 Mejoramiento de los Sistemas de Extracción y Transformación Forestal. Lima.
- 1987. "Análisis de productividad y costos en extracciones mecanizadas de la zona de Pucallpa. Tesis de post-grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- 2000 "Transporte terrestre de la madera aprovechable de los bosques del Biabo". Jaakko Poyry Consulting Oy Lima, Perú.
- 2004 "Sistemas, rendimientos y costos de aprovechamiento usados en el Perú" Curso taller: Gerencia del Manejo Forestal Sostenible IIAP-OIMT Genaro Herrera. Loreto, Perú.

- Dijkstra, D.P. and Heinrich, R. 1996 Código modelo de FAO sobre el sistema de aprovechamiento forestal. FAO. Roma.
- FAO 1998 "Aprovechamiento forestal compatible con el medio ambiente". Roma.
- _____ 1995 "Reduced impact timber harvesting in tropical natural forest in Indonesia". Rome, Italy.
- Frisk, T. y Campos, R. 1979 "Manual de motosierras" Proyecto PNUD/FAO/PER /78/003 Mejoramiento de los Sistemas de Extracción y Transformación Forestal. Lima.
- Holmes, T., Boltz, F. and Carter, D. 2001 "Financial indicators of reduced impact logging performance in Brazil. Case study comparisons.
- Holmes, T., Blate, G., Zweede, J. 1998 "Financial costs and benefits of reduced impact logging in the eastern amazon. Tropical Forest Fundation.
- INRENA. CIFOR y FONDEBOSQUE 2004. Manual práctico para operadores forestales. Lima, Perú.
- Nagy, M., Trebett, J. and Wellburn, G. 1980 "Log brige construction" Hanbook. FEDRIC. Vancouver B.C. Canada.
- Kantola, M. And Harstela, P. 1988 Hanbook on apropiate technology for forestry operations in developing countries. Forestry Training Programme. Helsinki, Finland.
- Sundberg, U. 1976 "Planing of forest roads". FAO/Austria Training Course on Forest Roads and Harvesting in Moutainous Forests. Rome.
- Tolosana, E., González, V. y Vignote, S. 2000 "El aprovechamiento maderero". Mundi-Prensa S.A. Madrid.





El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) es un organismo autónomo de derecho público interno, creado mediante Ley N° 23374, por mandato del artículo 120 de la Constitución Política del Perú de 1979. Tiene jurisdicción en el ámbito geográfico de la cuenca amazónica del Perú, que abarca una extensión aproximada de 760,000 km² equivalente al 60% del territorio nacional. Cuenta con centros especializados de investigación en los departamentos de Ucayali, San Martín, Amazonas, Huánuco y Madre de Dios.

Su misión es contribuir a mejorar la calidad de vida de los pueblos amazónicos a través de la investigación dirigida al desarrollo sostenible y la conservación de los recursos naturales de la región amazónica

La visión del IIAP es ser el centro de referencia y consulta sobre el conocimiento científico de la Amazonía, y tiene muy acertada capacidad propositiva de recomendaciones técnicas que facilitan el desarrollo de sus pueblos y uso sostenible y conservación de la biodiversidad en la Amazonía Peruana.

<http://www.iiap.org.pe>



La OIMT es una organización de productos básicos que reúne a los países productores y consumidores de maderas tropicales. Tiene su sede en Yokohama, Japón. Se estableció en virtud del Convenio Internacional de Maderas Tropicales (CIMT) de 1983 y continúa con su accionar en virtud del nuevo convenio de 1994.

La OIMT reconoce que la continuidad de la oferta de las maderas tropicales en el mercado mundial depende de la calidad de información disponible sobre el comercio y el mercado, de métodos eficientes de producción y transformación de maderas y de prácticas sostenibles de ordenación forestal.

<http://www.itto.or.jp>



El Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA, creado por Decreto Ley Nro. 25902 del 27 de noviembre de 1992, es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Agricultura, de carácter integral y multidisciplinario al servicio del país, y su competencia es a nivel nacional en estrecha relación con los gobiernos locales, organizaciones agrarias, comunidades campesinas y nativas e instituciones públicas y privadas. Constituye autoridad nacional en materia de recursos naturales renovables y medio ambiente rural.

<http://www.inrena.gob.pe>



El Proyecto SIMFOS, tiene la finalidad de atender las demandas de información de los sectores públicos y privados, así como de contar con personal capacitado para formular, ejecutar y monitorear planes de manejo forestal, en conformidad a lo dispuesto por la nueva Ley N° 27308 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre y su Reglamento, que promueve el Manejo Forestal Sostenible en el Perú.

<http://www.iiap.org.pe/simfos/>

<http://www.siforestal.org.pe>