



**FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES**
Ing. Néstor René Ledesma



UNSE

Universidad Nacional
de Santiago del Estero

CÁTEDRA DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

MANUAL DE PRÁCTICAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL



Equipo docente Dr. Carlos O. Turc
Profesor Titular

Ing. Forestal Ricardo V. Mazzucco
Profesor Adjunto

Mayo 2018

Turc, Carlos O.

Manual de prácticas de aprovechamiento forestal : aprovechamiento forestal / Carlos O. Turc ; Ricardo V. Mazzucco. - 1a ed. - Santiago del Estero : Universidad Nacional de Santiago del Estero - UNSE. Facultad de Ciencias Forestales, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-1676-76-7

1. Ciencias Forestales. 2. Recursos Forestales. 3. Especies Forestales. I. Mazzucco, Ricardo V. II. Título

CDD 333.3357

Universidad Nacional de Santiago del Estero
Facultad de Ciencias Forestales

Cátedra de Aprovechamiento Forestal

Manual de Prácticas de Aprovechamiento Forestal

Febrero 2018



Aprovechamiento Forestal en la Argentina. (Viaje de Cátedra, 2015.)

Ing. Forestal Ricardo Víctor Mazzucco

Profesor Adjunto

Dr. Carlos O. Turc

Profesor Titular

Manual de Prácticas de Aprovechamiento Forestal

Índice

	Página
Trabajo Práctico N° 1	
Motosierra: Descripción y características	3
Trabajo Práctico N° 2	
Apeo, desrame y trozado con motosierra	17
Trabajo Práctico N° 3	
Sistemas de aprovechamiento forestal	25
Trabajo Práctico N° 4	
Cronometría y productividad en el aprovechamiento forestal	31
Trabajo Práctico N° 5	
Proyección y trazado de un camino forestal	35
Trabajo Práctico N° 6	
Transporte forestal por camión en la Argentina.....	42
Trabajo Práctico N° 7	
Costo horario de una máquina forestal.....	49
Trabajo Práctico N° 8	
Costo total de un sistema de aprovechamiento forestal	54

En cada clase práctica, el Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) presentará un breve resumen del tema teórico dictado previamente por el profesor, para pasar luego al desarrollo del práctico. De esa manera, el estudiante podrá aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y desarrollar los temas propuestos en cada práctico. A partir del Práctico N° 2, se realizarán evaluaciones de cada práctico anterior, las que deberán ser aprobadas con una calificación mínima de 7. Al terminar de cursar la asignatura, el estudiante deberá presentar al JTP una carpeta con todos los prácticos desarrollados durante el cuatrimestre académico.

Motosierra: descripción y características

T.P. N° 1

Objetivos

Lograr que el estudiante:

- Adquiera los conocimientos básicos referidos al funcionamiento y mantenimiento de un motor de combustión interna de dos tiempos (2T) y de cuatro tiempos (4T).
- Sepa resolver situaciones referidas al funcionamiento y mantenimiento del motor de la motosierra.
- Se familiarice con todas las partes de una motosierra y que sepa cambiar alguna de sus piezas.

Introducción

Reseña histórica sobre la motosierra

A principios del 1900 se hicieron los primeros ensayos con una máquina para voltear árboles; finalmente, se concretó la idea básica de una cadena en movimiento.

- Primero se hizo una motosierra de aire comprimido.
- Posteriormente fue una con motor eléctrico.
- En 1916 el ingeniero Westfeld (sueco) inventó la motosierra con un motor de 2 tiempos.
- En 1924, esta máquina mejorada se lanzó al mercado con el nombre de “Sector” y era con motor de 2 tiempos y de 5 CV, accionada por dos operarios.
- Unos años después, esta motosierra tenía una barra o espada a lo largo de la cual se desplazaba la cadena. Su motor era de 4 tiempos, de 8 a 10 CV y pesaba 72 kg. También era accionada por dos operarios.
- En 1926 el alemán Andreas Stihl fundó la fábrica Stihl en Alemania.

- En 1929 puso en venta la primera motosierra Stihl para talar árboles.
- En 1931 esta empresa ya suministraba motosierras a América y Rusia.
- En 1971 producía 340.000 unidades, siendo la fábrica más importante del mundo.
- En 1973 fallece el fundador y se funda la fábrica Stihl en Brasil.

Con el paso del tiempo, esta máquina-herramienta se fue perfeccionando hasta llegar a tener las características actuales. Con esos cambios se logró:

- disminuir su peso y tamaño
- reducir las vibraciones
- aumentar la potencia
- adicionar elementos de seguridad
- un diseño más ergonómico

Partes de la motosierra

La motosierra moderna consta de dos partes bien definidas: el motor y el equipo de corte o equipo cortante.



Figura 1. Partes de una motosierra moderna.

Durante el desarrollo del práctico se identificarán los elementos de cada una de las partes de la motosierra.

La motosierra posee algunos dispositivos de seguridad tales como:

- Freno de cadena
- Bloqueo o seguro de acelerador
- Perno o captor de cadena, o ña atrapa cadena
- Ensanchamiento de la base posterior
- Eslabones de seguridad en la cadena

Existen numerosas marcas de motosierras, entre las que se pueden mencionar:

Marca	Origen
Stihl	Alemania
Husqvarna	Suecia
Echo	Japón
Jonsered	Suecia
Mc Couloch	Estados Unidos
Pioneer	Estados Unidos
Sachs-Dolmar	Alemania
Solo	Alemania
Shindawa	Japón

1. Motor

Con el fin de minimizar las vibraciones, la motosierra consta de un motor de dos tiempos (2T) montado sobre tacos de goma. Utiliza como combustible una mezcla de nafta súper y aceite tipo 2T. Cada vez que el pistón asciende, explota la mezcla dentro del cilindro. Durante la admisión (primera fase de la combustión), la mezcla proveniente del carburador ingresa a la parte inferior del motor (cárter) y luego, a través de las lumbreras, llega a la parte superior del cilindro. En cambio, en un motor de 4T, el combustible llega a la parte superior a través de la válvula de admisión que está arriba de cilindro.

Hay tres sistemas importantes a considerar dentro del motor:

- (a) Sistema pistón-cigüeñal
- (b) Sistema de provisión de un gas explosivo
- (c) Sistema de encendido del combustible

(a) *Sistema pistón - cigüeñal*

En el recorrido (o carrera) del pistón se consideran cuatro fases:

- Admisión
- Compresión
- Explosión
- Expulsión

Cada dos movimientos del pistón (uno ascendente y otro descendente), el cigüeñal gira una vuelta. En esos dos movimientos se realizan las cuatro fases del ciclo.

(b) *Sistema de provisión de un gas explosivo*

El motor de la motosierra funciona con una mezcla de nafta súper (95 octanos) y aceite 2T. Esta mezcla está constituida por una parte de aceite 2T y 20 partes de nafta súper; es decir, una relación 1:20. Esto implica que por cada 20 L de nafta hay que colocar 1 L de aceite; o bien, que por cada 5 L de nafta se necesitan 0,250 L de aceite. Esta es una mezcla al 5 %. En caso de no disponer de aceite 2T, se puede utilizar aceite SAE normal 30 o 40. En cambio, si se cuenta con aceites de mejor calidad, como los fabricados por Stihl o Husqvarna, se puede usar una mezcla al 2 %. Esto significa una relación 1: 50; o sea que a 5 L de nafta se le debe agregar 0,100 L de aceite Stihl, Husqvarna, u otro especial para motores 2T.

El carburador de las motosierras es a diafragma; es decir, es cerrado y tiene una membrana que, por diferencia de presión, “bombea” la mezcla desde el tanque de combustible al cilindro, pasando por el cárter. Este carburador puede trabajar en cualquier posición y no se derrama combustible alguno. Ése fue un gran invento, ya que así se puede utilizar la motosierra para todas las actividades de corte.

(c) Sistema de encendido del combustible

El sistema de encendido es electrónico; no hay condensador ni platinos. Las motosierras con encendido electrónico tienen una “bobina” hermética y un volante con un imán. Cuando el imán pasa por la bobina se genera un campo electromagnético que hace saltar la chispa de la bujía en el momento en que el pistón está arriba.

2. Equipo cortante

Consta de tres elementos relacionados con la función de corte de la motosierra: (a) la cadena, (b) la barra y (c) el piñón.

(a) La cadena

La cadena está formada por:

1. Diente-cuchilla derecho (eslabón fresador)
2. Diente-cuchilla izquierdo
3. Eslabón lateral o de unión
4. Eslabón guía o central
5. Remaches
6. Eslabón protector (a veces)

Los dientes-cuchilla cortan la madera y aflojan las astillas. Por su parte, el eslabón central cumple dos funciones: Mantener la cadena sobre la barra o espada y transferir a la cadena el movimiento del piñón. El eslabón lateral une los distintos eslabones y se desliza sobre la barra o espada.

Paso: El paso de la cadena es la distancia existente entre tres remaches consecutivos dividida por dos: $P = A/2$. El paso determina el diámetro de la lima necesaria para afilar la cadena, como puede observarse a continuación.

Tabla 1. Paso de la cadena y diámetro de la lima para afilar la cadena.

Paso (pulgadas)	Diámetro de la lima
¼	5/32" (4 mm)
0,325	3/16" (4,8 mm)
3/8	13/64" (5,20 mm)
0,404	7/32" (5,55 mm)

DIÁMETRO	5/32"	3/16"	13/64"	7/32"
	3,97mm	4,76mm	5,16mm	5,56mm
CÓDIGO	PN 70504A	PN 70503A	PN 70505A	PN 70502A



Figura 2. Lima para afilar la cadena de una motosierra.

Se divide la distancia A por 2 y se obtiene así el paso, cuyos valores expresados en fracciones de pulgada y en milímetros son los siguientes:

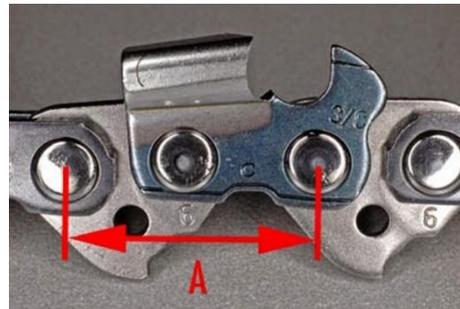


Figura 3. Eslabones y remaches de una cadena.

$$A/2 = 1/4" = 6.35\text{mm}$$

$$A/2 = 0.325" = 8.25\text{mm}$$

$$A/2 = 3/8" = 9.32\text{mm}$$

$$A/2 = 0.404" = 10.26\text{mm}$$

Las cadenas con un paso de $1/4$ de pulgada (0,64 cm) y $3/8$ de pulgada (0,95 cm) generalmente necesitan una lima de $5/32$ de pulgada (4 mm). A su vez, las cadenas de paso $0,325$ " (0,83 cm) y $0,404$ " (1,03 cm) necesitan una lima de $3/16$ " (0,48 cm), o de $7/32$ " (0,56 cm), respectivamente.

(b) La barra o espada

Esta parte de la motosierra sirve de sostén y guía para que la cadena circule adecuadamente y corte. Ésta gira alrededor de la espada cuando la motosierra está cortando. Existen dos tipos de espadas:

1. Común o de punta fija
2. Con estrella o de punta móvil

(c) **El piñón**

El piñón le da movimiento a la cadena y está sujeto a fuertes desgastes.

Generalmente se gasta un piñón cada dos cadenas. Hay dos tipos de piñón:

- **Piñón estrella:** forma parte integral del sistema de embrague.
- **Piñón circular:** puede ser reemplazado sin afectar el embrague.

Recomendación

Leer cuidadosamente el manual de la motosierra antes de usarla.

➤ *Lubricación de la cadena*

1. En máquinas con sistema de lubricación manual, bombee aceite permanentemente cuando esté cortando.
2. Ocasionalmente, pare el motor y bombee aceite mientras mueve la cadena alrededor de la barra con las manos.
3. Si la motosierra tiene una bomba automática de aceite, de vez en cuando haga marchar la cadena sin cortar, y fíjese si la bomba está impulsando aceite en forma debida.
4. Use el aceite indicado en el manual de instrucciones de la motosierra.
Nunca utilice aceite usado!
5. Coloque la cadena en aceite todas las noches.

➤ *Tensión de la cadena*

1. Verifique y ajuste la tensión de la cadena cuando ésta y la espada estén frías.
2. Suelte (afloje) las tuercas que sujetan a la espada.
3. Sostenga la espada con la punta hacia arriba.
4. Estire la cadena usando el tornillo tensor. Consiga una tensión correcta; esto significa que pueda moverla con la mano alrededor de la barra y que no esté demasiado ajustada.
5. Con el extremo de la espada hacia arriba, apriete las tuercas y bombee aceite (si el sistema es manual) hasta que se vea sobre la barra.
6. Verifique que la cadena se pueda mover alrededor de la espada con las manos.

Antes de comenzar a trabajar

1. Llene los tanques de combustible (mezcla) y de aceite.
2. Revise el filtro de aire y asegúrese de que esté limpio.
3. Revise la tensión de la cadena.
4. Controle que las tuercas de la tapa del piñón estén ajustadas.
5. Afile la cadena si fuera necesario.
6. Engrase el piñón de la espada.
7. Revise los dispositivos de seguridad.

Puesta en marcha de la motosierra

1. Apoye bien la motosierra en el suelo antes de ponerla en marcha.
2. Compruebe la posición del cebador y del interruptor de arranque.
3. Coloque el bidón de combustible lejos del lugar donde está cortando.
4. **¡¡Cuidado!!** Nunca intente arrancar la motosierra si la barra y cadena no están colocadas, ya que puede desprenderse el piñón y causar un accidente.

5. Utilice un método seguro para hacer arrancar la motosierra: (a) con la motosierra en el suelo, bien apoyada; (b) con el motor entre las rodillas del operario.
6. Tenga en cuenta el sentido de giro de la cadena:
 - Cadena entrante: con la parte inferior, la cadena tira; la motosierra tiende a alejarse del operario.
 - Cadena saliente: con la parte superior, la cadena empuja; la motosierra avanza hacia el operario.

¡CUIDADO! Cada vez que se saca la cadena, vuelva a colocarla correctamente. Asegúrese de no colocarla al revés.

Tornillos de regulación

En el carburador existen 3 tornillos de regulación, cada uno con su función específica:

- El **tornillo LA** regula el tope de acelerador; si se lo gira en sentido de las agujas del reloj (ajustando), el motor se acelera.
- El **tornillo L** (*low*) regula el ingreso de la mezcla nafta-aceite + aire cuando el motor de la motosierra está regulando; es decir, funcionando *en baja* (a bajas revoluciones, o régimen de *ralentí*). Este tornillo se abre si se lo hace girar en sentido contrario a las agujas del reloj (destornillando) si el motor está muy acelerado, o se cierra (ajustando), si el motor se ahoga. Se lo regula generalmente en el taller según el sonido del motor (“cómo suene”). Esta regulación varía con la altura al nivel del mar del lugar donde funcione la motosierra.
- El **tornillo H** (*high*) regula el ingreso del combustible (mezcla + aire) cuando el motor de la motosierra está acelerado al máximo; es decir, cuando el motor está funcionando a altas revoluciones. Puede abrirse girando en sentido contrario a las agujas del reloj (destornillando) si el motor está muy acelerado, o cerrarse (ajustando), si el motor se ahoga.

En el caso de los dos últimos tornillos, una referencia de regulación para un buen funcionamiento del motor es que cada tornillo tenga $2\frac{1}{4}$ de vueltas aproximadamente. Antes de regular cualquiera de los tornillos, es importantísimo limpiar el filtro de aire pues la regulación implica dosificar también la entrada de aire al carburador, y el aire pasa a través de filtro de aire.

Afilado de la cadena

Si se siguen las siguientes instrucciones, manteniendo los ángulos correctos, la cadena brindará un largo y adecuado servicio. Afile primero los dientes de un lado y después los del otro, moviendo la lima desde adentro hacia afuera. Un afilado incorrecto arruinará la cadena.

Instrucciones para un correcto afilado de la cadena

1. Saque la cadena de la barra y límpiela superficialmente.
2. Revísela para ver si hay deterioro o averías anormales.
3. Busque el diente más corto; todos los demás dientes tienen que ser de la misma medida. Tome las medidas de los dientes con el calibre.
4. Ponga el lado plano del portalimas contra la parte de arriba del diente, sosteniendo el portalimas en posición horizontal.
5. Ponga en la misma línea con la cadena las marcas del limado del portalimas y manténgalas durante el afilado en posición paralela a la cadena. De este modo obtendrá un ángulo de 35° para madera blanda, o de $25-30^\circ$ para madera dura.
6. Haga pasadas firmes y largas en cada diente; afile hacia afuera y obtendrá un borde afilado de cada diente. Ocasionalmente haga girar la lima para obtener su máximo rendimiento. Se usan limas redondas de 20 cm de largo, de corte espiral fino, cuya sección depende del paso de la cadena.
7. Después de afilar los dientes, lime el talón de profundidad hasta la altura recomendada, con una lima plana. Esto se llama “rebaje del andarín”.
8. El afilado se puede efectuar de dos maneras: (a) sacando la cadena y afilando sobre una prensa o morsa, o (b) con la cadena colocada en la motosierra.

Mantenimiento de la motosierra

El mantenimiento se realiza para que la máquina funcione correctamente y tenga una vida útil mayor, evitando costos elevados de reparaciones y reemplazo de piezas.

Mantenimiento diario durante las horas de trabajo

- ✓ Mantenga la cadena con la tensión correcta.
- ✓ No trabaje con la cadena desafilada; cámbiela o afílela.
- ✓ Fíjese a menudo si la cadena está bien lubricada.
- ✓ Asegúrese de que el cordón de arranque (retráctil) vuelva por completo.
- ✓ Inspeccione varias veces por día el filtro de aire y límpielo con nafta pura o agua con detergente, si es necesario.

Mantenimiento diario después del trabajo

- ✓ Limpie la barra y los orificios de lubricación, si tiene estrella en la punta.
- ✓ Limpie el exterior de la máquina con un paño húmedo y, de ser posible, inyecte aire con un compresor, especialmente entre las aletas del cilindro.
- ✓ Limpie el filtro de aire. (Ver el manual de la máquina.)
- ✓ Inspeccione los tornillos y las tuercas, y ajústelos si es necesario.
- ✓ Limpie la cadena; inspeccione el filo y las condiciones en que se encuentra; si es necesario, afílela y repárela. Colóquela en aceite durante la noche.

Mantenimiento semanal

- Limpie la bujía.
- Inspeccione el filtro de nafta y los conductos de nafta.

Mantenimiento mensual

- Esto incluye la inspección general de la máquina, revisión de la bobina, mangueras, sogas de arranque, limpieza de filtros, etc.

Es conveniente hacer el primer service a las 70 horas de uso y sucesivamente cada 250 horas.

Bibliografía

Asociación Forestal Nacional. 1982. La motosierra: Uso y mantenimiento. Jönköping, Suecia.

FAO-NOA II. 1973. La motosierra en labores de aprovechamiento forestal. Inventario y desarrollo forestal del Noroeste Argentino.

F.A.O. 1980. Motosierras en los bosques tropicales. Colección FAO: Capacitación N° 2, FAO, Roma.

Gilardi, J. 1985. Motores de combustión interna. IICA, San José, Costa Rica.

Haselgruber, F. y K. Grieffenhagen. 1989. Motosserras: Mecánica e uso. Porto Alegre, Brasil.

Instituto Forestal de Chile. 1965. Manual de herramientas de explotación forestal. Instituto Forestal, Santiago, Chile.

Evaluación

(1) Indique y nombre los elementos de seguridad que posee la motosierra:



(2) ¿Qué cantidad de aceite se necesita para preparar una mezcla al 5% (relación 1:20) si se dispone de 3 L de nafta súper?

(3) ¿Qué es el paso de la cadena? Indique en la foto.



(4) Marque en la foto los distintos eslabones y nómbralos.



- (5) ¿Qué función cumple el aceite de la mezcla en un motor de 2T?
- (6) En la foto de la motosierra (página anterior), indique con flechas el sentido de giro de la cadena.
- (7) Cuando se corta con cadena entrante, ¿la motosierra tiende a alejarse del operario o a acercarse a él?
- (8) Para realizar el trozado, ¿en qué zona debe efectuarse el primer corte?
- (9) Mencione los elementos que componen el Equipo de Protección Personal (EEP) del motosierrista.

Apeo, desrame y trozado con motosierra

Apeo, desrame y trozado de árboles en plantaciones de eucalipto y de paraíso

T.P. N° 2

Objetivos

Lograr que el estudiante:

- Aplique los conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre los elementos de la componente CORTA.
- Se familiarice con el manejo de la motosierra, sabiendo que es una herramienta de trabajo moderna, práctica y segura y que se la debe utilizar sin temor pero con suma precaución, respetando siempre todas las normas de seguridad.

Introducción

En una plantación de eucalipto o de paraíso, se ejecutarán tareas de trozado de árboles apeados. Luego se abatirá un árbol aplicando las técnicas de apeo explicadas en la clase teórica. Finalmente, se procederá a desramar el árbol apeado, trozarlo, y apilar las ramas y trozas obtenidas.

Desarrollo del práctico

En el trabajo práctico se realizarán las siguientes actividades:

1. Usar el equipo de protección personal (EPP)
2. Revisar los elementos de seguridad de la motosierra.
3. Repasar y aplicar las normas de seguridad en el uso de la motosierra
4. Practicar el arranque de la motosierra en posición segura
5. Practicar técnicas seguras de trozado
6. Practicar las técnicas de apeo
7. Preguntas y evaluación de la práctica.

1. Los alumnos deberán asistir la práctica de campo con el **equipo de protección personal (EPP)**:

- ✓ camisa con mangas largas
- ✓ pantalón largo con protectores para las piernas
- ✓ botines o botas
- ✓ casco con protector visual y auditivo
- ✓ guantes
- ✓ botiquín de primeros auxilios

La Cátedra proveerá los tres últimos elementos.

2. Se repasará nuevamente todos los **elementos de seguridad** que posee la motosierra; es decir:

- ✓ protector anterior y freno de cadena
- ✓ uña, perno, o captor de cadena
- ✓ protector posterior (de la mano derecha)
- ✓ bloqueo o seguro de acelerador
- ✓ dispositivos antivibratorios
- ✓ protector (funda) de la espada
- ✓ eslabones especiales (cadena de seguridad)

3. Se respetarán las siguientes **normas básicas** sobre el uso de la motosierra:

- ✓ Leer cuidadosamente el manual de instrucciones que se le entrega al comprar la motosierra.
- ✓ Usar siempre la vestimenta adecuada.
- ✓ Escuchar atentamente las indicaciones del instructor o docente
- ✓ Los usuarios de motosierras deberán ser mayores de 16 años.
- ✓ Al utilizar la motosierra, el alumno deberá estar en buenas condiciones físicas y psíquicas.
- ✓ No trabajar NUNCA solo con la motosierra.
- ✓ No fumar en el lugar de trabajo.
- ✓ Revisar atentamente la motosierra antes de ponerla en marcha.

- ✓ Nunca hacerla funcionar si no está completamente armada.
- ✓ Trabajar siempre con la cadena debidamente afilada y tensada.
- ✓ Trabajar en una posición cómoda y estar parado firmemente.
- ✓ No debe haber ninguna persona a menos de 2 metros del operador (alumno) de la motosierra.
- ✓ No elevar la motosierra a una altura superior a la de los hombros.
- ✓ Respetar los descansos; no trabajar cansado.
- ✓ Evitar realizar cortes con el extremo (la punta) de la espada.
- ✓ Trabajar con atención, seguro, sin miedo, pero responsablemente. Si en algún momento se duda sobre cómo efectuar un determinado corte, no hacerlo; parar la motosierra y estudiar la opción más segura.
- ✓ No hacer bromas ni distraer al alumno que está cortando con la motosierra.

4. Para poner en marcha el motor de la motosierra, utilizar la posición más segura: en el piso.

- a. Cargar mezcla y aceite en cada depósito.
- b. Asegurarse de que la motosierra esté completamente armada, sin ningún elemento suelto o faltante.
- c. Activar el freno de cadena accionando la manija anterior hacia adelante.
- d. Poner el interruptor en la posición de encendido (I) y colocar el cebador si se hace arrancar la motosierra por primera vez.
- e. Colocar el pie derecho en el ensanchamiento de la manija posterior.
- f. Colocar la mano izquierda en la manija anterior y empuñar firmemente la cuerda de arranque con la mano derecha; flexionar el cuerpo y tirar hacia arriba enérgicamente hasta que arranque el motor. (Esta operación puede requerir varios intentos cuando el motor está frío, o cuando la temperatura ambiente es baja.)
- g. Una vez que arrancó el motor, levantar la motosierra y acelerarla con cuidado; “sentirle” el peso y luego pararla moviendo el interruptor hacia la posición de stop (0).

Cada alumno practicará varias veces estos 7 pasos hasta familiarizarse con el arranque (puesta en marcha) y el peso de la motosierra.

5. Cada alumno realizará varios cortes de **trozado** sobre un fuste apeado, colocado en el suelo:

- ✓ En esta oportunidad, todos los cortes se realizarán con la parte inferior de la espada (cadena entrante).
- ✓ Cada alumno realizará varias veces este corte.
- ✓ Luego se aplicarán las **técnicas de trozado** explicadas en clase teórica.
- ✓ En un fuste con un solo apoyo (en uno de sus extremos), el corte de trozado se comenzará siempre por la zona sometida a la compresión (la parte de abajo del fuste) y se efectuará con el “lomo” de la motosierra (con cadena saliente), con mucha precaución. El corte se completará desde arriba con cadena entrante.
- ✓ En un fuste apoyado en ambos extremos, el corte se realizará primero desde arriba (zona sometida a la compresión), y se terminará desde abajo (zona de tracción), si se puede introducir la espada.

6. En la plantación de paraíso o de eucalipto, se buscarán los árboles ya marcados para el **apeo**. Cada alumno realizará los **cortes direccional y de abatimiento**, siguiendo las siguientes pautas:

- ✓ Seleccionado el árbol a abatir, limpiar alrededor de él y de las vías de escape, a 45° a cada lado.
- ✓ Se realizarán los dos cortes direccionales (el oblicuo y el horizontal) hasta 1/4 – 1/3 del diámetro. Luego, ubicado al costado del árbol, se efectuará el corte de abatimiento a una altura de aproximadamente 5cm por arriba del corte horizontal. En este último corte, se procurará mover la motosierra “en abanico”, usando las uñas o garras como pivot. Los docentes harán la demostración correspondiente.



Figura 1. Motosierrista efectuando el corte direccional oblicuo. (Fuente: folleto de Stihl.)



Figura 2. Primer corte direccional (oblicuo). Práctica con alumnos, 2017.

7. Inspeccionar el **tocón**. Observar la **bisagra**.

Una vez apeado el árbol, es importante analizar cómo se desarrollaron las distintas actividades, observar el tocón y hacer los comentarios pertinentes a fin de aclarar dudas y reafirmar conceptos básicos.



Figura 3. Vista del tocón una vez apeado el árbol. Práctica con alumnos, 2017.

8. Cada alumno realizará distintos cortes de las ramas de paraíso o de eucalipto, teniendo en cuenta lo siguientes precauciones:

- ✓ Use siempre el equipo de protección personal completo.
- ✓ Párese en posición cómoda y segura.
- ✓ No se distraiga. Concéntrese en lo que tiene que hacer y esté atento a las indicaciones del instructor o profesor.
- ✓ Dentro de lo posible, corte con cadena entrante (parte inferior)
- ✓ Evite rozar la punta de la espada con alguna rama: peligro de retroceso!
- ✓ En lo posible, corte las ramas del lado opuesto a su posición de trabajo.
- ✓ Si siente sus brazos cansados, detenga de inmediato el trabajo.

Una vez concluida la práctica, los alumnos desarmarán las motosierras y procederán a limpiarlas y armarlas nuevamente.

Bibliografía

- Asociación Forestal Nacional. 1982. La motosierra: Uso y mantenimiento. Jönköping, Suecia.
- F.A.O. 1980. Motosierras en los bosques tropicales. Colección FAO: Capacitación N° 2, FAO, Roma.
- Haselgruber, F. y K. Grieffenhagen. 1989. Motosserras: Mecánica e uso. Porto Alegre, Brasil.
-

Evaluación

1. ¿Qué clase de motor tiene una motosierra?
2. ¿Qué combustible utiliza la motosierra y en qué proporción?
3. Mencione tres marcas conocidas de motosierra.
4. ¿Para qué sirve el cebador del motor de la motosierra?
5. Nombre tres elementos de seguridad de la motosierra.
6. Mencione tres elementos de protección personal.
7. Para efectuar el trozado de un fuste apoyado sólo en uno de sus extremos, ¿dónde realizaría Ud. el primer corte?

8. ¿Qué es la bisagra? ¿Para qué sirve?

9. ¿Había cortado Ud. anteriormente con una motosierra? ¿Qué sensación experimentó al hacerlo?

10. ¿Cree que esta práctica es importante para Ud.? ¿Por qué?



Figura 4. Práctica de apeo con motosierra, con alumnos de Aprovechamiento Forestal.

Sistemas de aprovechamiento forestal

Configuración y balanceo de sistemas

T.P. N° 3

Objetivos

Lograr que el estudiante:

- Visualice al aprovechamiento forestal bajo el concepto de sistema y pueda elaborar distintas alternativas posibles, tendientes a extraer la materia prima del monte o de una plantación, a un costo mínimo, con un alto rendimiento y con la máxima seguridad.
- Aprenda que existen numerosos sistemas de aprovechamiento forestal y tome conciencia de que, utilizando su ingenio y su capacidad, podrá determinar, para cada caso particular, cuál es la configuración más conveniente.

Introducción

Definición de sistema

“Sistema es un conjunto de partes interdependientes que interactúan entre sí y conforman un todo estructurado, o una unidad, para contribuir al logro de un objetivo común.” (Diccionario Santillana, 1992.) *“Sistema es un conjunto de cosas que, ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a un objetivo determinado.”* (Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, 2014.)

Cuando el objetivo de ese “conjunto de cosas” es obtener materia prima para un proceso de transformación de la madera, se puede definir un sistema de aprovechamiento forestal como un conjunto de tareas o actividades ordenadas que se realizan en el bosque para convertir los árboles en pie en materia prima utilizable por la industria. El objetivo es, entonces, abastecer de madera a la industria forestal.

Un sistema de aprovechamiento forestal consta de 4 (a veces 5) componentes:

CORTA → EXTRACCION → CARGA → TRANSPORTE

Algunos autores incluyen la descarga como la quinta componente del sistema.

Clasificación de los sistemas de aprovechamiento forestal

Según la forma y el tamaño de la materia prima durante la extracción, los sistemas de aprovechamiento forestal se clasifican de la siguiente manera:

- 1) Sistema de árbol entero
- 2) Sistema de fuste entero (o fuste limpio)
- 3) Sistema de trozas cortadas a medida, que, a su vez, puede ser:
 - Sistema de madera larga (trozas largas)
 - Sistema de madera corta (trozas cortas)
- 4) Sistema de chipecado (astillado) total en el monte.

Ejemplos de sistemas de aprovechamiento forestal

1. Sistema de aprovechamiento forestal en el Parque Chaqueño Seco

El aprovechamiento se realiza en el monte santiagueño, donde se utiliza el método de cortas selectivas. Se cortan ejemplares de quebracho blanco con un DAP mayor a 30 cm, que se aserrarán para obtener varillas para alambrado de 1,05 m de longitud. Se trata, por lo tanto, de un sistema de madera corta.

Un operario con una motosierra Stihl 08 ejecuta la componente corta, asistido por un ayudante. Realiza el apeo, descopado, medición y trozado a 1,10 m. El ayudante amontona varias trozas y las linga con un cable de acero. Luego, por medio de un tractor agrícola, se las extrae por arrastre hasta un canchón, donde se desenganchan las lingas. Allí cuatro operarios cargan manualmente las trozas sobre dos acoplados de 10 toneladas cada uno. Estos son tirados por otro tractor agrícola de 80 HP hasta el aserradero, distante unos 30 km. Los mismos operarios que cargaron las trozas y viajaron en los acoplados acompañando y “cuidando” la madera, efectúan la descarga al llegar a la playa del aserradero.



Figura 1. Abatimiento con motosierra y extracción con tractor agrícola.
(Fotos de la Cátedra de Aprovechamiento Forestal.)

2. Sistema de aprovechamiento forestal en una plantación de pino en Misiones

En una plantación de *Pinus elliotti* de 20 años, se realiza una tala rasa cuyo objetivo es obtener material aserrable. Se extraen trozas de 3m; es decir, se trata de un sistema de madera larga. La corta se lleva a cabo con una cosechadora forestal (*harvester*) que desrama, mide y troza cada 3m, mientras que la extracción se efectúa con un tractor autocargador (*forwarder*) desde el monte (pie del tocón) hasta el canchón, situado al borde de un camino forestal. Allí, el forwarder deja apilada las trozas y regresa al monte a sacar más madera. Luego un tractor trineumático Bell (*logger*), provisto de una grúa con brazo articulado, carga las trozas en un camión semirremolque, colocándolas en forma longitudinal, para su posterior traslado hasta un aserradero ubicado a 50 km.



Figura 2. Harvester, forwarder y tractor trineumático.
(Fotos de la Cátedra de Aprovechamiento Forestal.)

Bibliografía

- Anaya, H. y P. Christiansen. 1986. *Aprovechamiento forestal: Análisis de apeo y transporte*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias, San José, Costa Rica.
- Conway, S. 1982. *Logging practices*. Miller Freeman Publications, San Francisco, USA.
- F.A.O. 1996. *Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal*. FAO, Roma.
- Pantaenius, P.M. 2011. *Sistemas de aprovechamiento forestal y temas relacionados*. Rúcula Libros, Buenos Aires.
- Simmons, F. 1979. *Handbook for Eastern timber harvesting*. U.S. Forest Service, Broomall, Pennsylvania, USA.
- Stenzel, G., T.A. Walbridge, Jr., and J.K. Pearce. 1985. *Logging and pulpwood production*. John Wiley & Sons, New York, USA.

Desarrollo del práctico

- (a) Confeccionar 4 sistemas de aprovechamiento forestal completando las matrices adjuntas (en blanco) y teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:
1. Especificar si el aprovechamiento se hará en monte nativo o en plantación.
 2. Mencionar el método silvicultural a usar y la especie a cortar.
 3. Indicar la región o provincia donde se realizará el aprovechamiento.
 4. Clasificar el sistema según la materia prima que se extrae.
 5. Especificar claramente cuál será el producto final a obtener.
 6. Escribir las componentes con mayúsculas y los elementos con minúscula.
 7. Dibujar o nombrar las máquinas, herramientas y el personal que intervienen.
 8. Remarcar el flujo del sistema en la matriz terminada.
 9. Finalmente, detallar por escrito lo esquematizado en la matriz.

Nota: Se puede configurar un sistema de aprovechamiento con los recursos existentes en la empresa: maquinaria, personal, tecnología, etc. Si no hay restricciones económicas ni tecnológicas, es posible configurar un sistema más moderno, mecanizado, eficiente y seguro.

- (b) Configurar 4 sistemas de aprovechamiento forestal de algunas **regiones** de la Argentina, con varias alternativas, según el equipo y personal disponible. Representarlos en una matriz y explicar todos los detalles pertinentes. El objetivo es que Ud. se familiarice con la *variabilidad de los sistemas*.

➤ **En este práctico, los ejercicios precedentes sirven de evaluación.**

Cronometría y productividad en el aprovechamiento forestal

T.P. N° 4

Objetivos:

Lograr que el estudiante:

- Observe distintas actividades forestales e identifique los elementos que las componen.
- Aprenda algunos métodos para medir los tiempos que ha observado previamente.
- Aplique los conocimientos teóricos para determinar la productividad de cualquier sistema de aprovechamiento.

Desarrollo del Trabajo Práctico

En la medición de tiempos con un cronómetro, se pueden usar dos modalidades:

1. S.LAP (lapso): es el tiempo que transcurre por segmentos.
2. SPLIT (fracción): es el tiempo fraccionado desde un punto de partida hasta otro punto específico.



Figura 1. Cronómetro para efectuar las mediciones.

Modalidad S.LAP. Las mediciones se pueden realizar de tres maneras diferentes:

A) Se miden tiempos parciales, seguidos, pero no continuos en el tiempo.

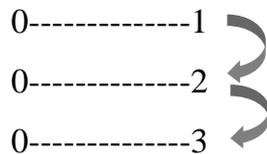
Se inicia apretando solamente el botón rojo, se para con el botón rojo para efectuar la lectura, y se reinicia nuevamente con el botón rojo.



Para llevar a cero el cronómetro se pulsa el botón negro.

B) Se miden tiempos parciales, pero continuos desde cero.

Se inicia con el botón rojo y se sigue solamente con el botón negro. Cada vez que se pulsa el botón negro, el cronómetro muestra el tiempo transcurrido, e inmediatamente se reinicia automáticamente desde cero. Concluida la última medición, se pulsa el botón rojo y luego el negro para dejar en cero el cronómetro.



El cronómetro sigue corriendo e inicia automáticamente desde cero.

C) Se miden tiempos parciales desde cero, pero discontinuos en el tiempo.

Se arranca con el botón rojo, se para con el mismo, se realiza la lectura, se pulsa el botón negro para llevar el cronómetro a cero, y se reinicia nuevamente con el botón rojo.



Para pasar de la modalidad de S.LAP a SPLIT (y viceversa), se debe apretar el botón pequeño que está en la parte superior del cronómetro durante cinco segundos.

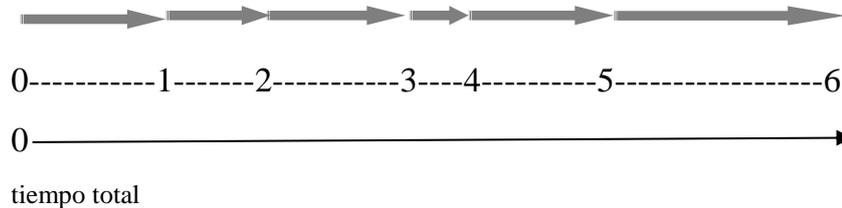
Modalidad SPLIT

Se miden tiempos parciales, continuos en el tiempo

Se arranca con el botón rojo y se para con el negro para hacer la lectura; mientras tanto el cronómetro sigue “corriendo”. Se aprieta nuevamente el botón negro

y se efectúa la lectura de los valores. Para una nueva lectura, se pulsa el botón negro, y así sucesivamente. Al finalizar la medición, se puede obtener cada uno de los tiempos parciales, restando la lectura superior menos la inferior.

Para llevar el cronómetro a cero, una vez finalizada la medición, se pulsa el botón rojo y luego el negro.



Al finalizar la medición, el cronómetro muestra el tiempo total empleado y registrado.

A partir de la cronometría efectuada y empleando la metodología apropiada para medir la producción, se puede estimar la productividad de un sistema de aprovechamiento determinado.

Bibliografía

- Anaya, H. y P. Christiansen. 1986. *Aprovechamiento forestal: Análisis de apeo y transporte*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias, San José, Costa Rica.
- British Standard Institution. 1992. *Glossary of Terms Used in Management Services*. BS 3138. The British Standards Institution, London.
- Conway, S. 1982. *Logging practices*. Miller Freeman Publications, San Francisco, USA.
- Diccionario de la Lengua Española, 22ª edición, 2001. Real Academia Española, Madrid.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2000. *Introducción al Estudio del trabajo*, 4 ed., Editorial Limusa, México, D.F.
- Stenzel, G., T.A. Walbridge, Jr., and J.K. Pearce. 1985. *Logging and pulpwood production*. John Wiley & Sons, New York.

Actividades

1. Los estudiantes propondrán actividades de campo donde puedan practicar el uso del cronómetro, aplicando los métodos arriba explicados.
 2. Se proyectará un vídeo en el que se muestran varias tareas de aprovechamiento. Los estudiantes tomarán los tiempos de cada una de ellas.
 3. Con las observaciones y los datos obtenidos, los estudiantes confeccionarán una planilla de registros y la evaluarán.
- El cumplimiento de estas actividades servirá de evaluación de este práctico.

Proyección y trazado de un camino forestal

T.P. N° 5

Objetivos

- Que el estudiante pueda interpretar toda la información disponible para llevar a cabo un proyecto de camino forestal. Esta información incluye: los perfiles longitudinales y transversales (en un plano de curvas de nivel), la traza del camino, los diagramas de superficie y de volumen, y los datos contenidos en las planillas de cálculo correspondientes.
- Que el estudiante esté capacitado para ejecutar el proyecto de un camino desde el punto de vista forestal.

Introducción

Los caminos forestales son las vías de acceso fundamentales para el aprovechamiento forestal. Constituyen la estructura básica para mover la materia prima del bosque y permiten la extracción rápida, permanente y económica de los productos del bosque. De ahí la importancia de la planificación, el trazado, la construcción y el mantenimiento de la red vial. Los caminos forestales cumplen además otras funciones, tales como: manejo del bosque, traslado de personal y equipos, prevención y lucha contra incendios, etc.

Características de los caminos forestales

- Tráfico limitado: se usan para extraer materia prima del monte y para desarrollar otras actividades relacionadas con él.
- Transporte unidireccional: desde el monte a la fábrica, con la pendiente más favorable en este sentido.
- Carriles de circulación con lugares de encuentro y ensanchamientos en curvas y lugares de riesgo.
- Métodos de trazado y construcción específicos para el aprovechamiento.
- El costo del camino se amortiza con el volumen de madera transportada.

Clasificación de los caminos forestales

A los fines del Ingeniero Forestal, se distinguen tres clases o categorías de caminos: camino principal, camino secundario y vía de saca, o camino de madereo.

- **Camino principal.** Es la columna vertebral de la red vial. Cumple una función longitudinal y permite el tráfico durante todo el año, por lo que su trazado y construcción son más exigentes.
- **Caminos secundarios.** Se ramifican desde el principal y llegan hasta el canchón o hasta el borde de un camino de mayor jerarquía. Son de menor calidad, más cortos y generalmente transversales al principal; unen éste con una vía de saca.
- **Caminos de madereo.** Conocidos también como vías de saca (*picadas* en la Región Chaqueña), estos caminos o senderos muy angostos van desde el tocón hasta el canchón o hasta el borde de un camino. La separación entre ellos es variable y depende del método de extracción empleado.

Existen normas técnicas para clasificar caminos, como se vio en las clases teóricas. Así, por ejemplo, el espesor de la carpeta de rodamiento es uno de los factores más importantes pues facilita o dificulta el tráfico permanente y adecuado para poder mover madera todo el año, aunque esto depende mucho del presupuesto disponible. También se debe tener en cuenta la velocidad de transporte, que depende de la traza del camino, de la superficie de rodamiento y de las condiciones de seguridad, entre otras variables.

Los caminos de montaña presentan mayores problemas de trazado y construcción que los caminos en terrenos llanos. Por ejemplo, la pendiente no debe exceder del 8-10% en trechos largos, pero puede llegar al 12% en tramos no superiores a los 50 m.

Reconocimiento preliminar

La operación de situar y trazar los caminos forestales con el fin de tener acceso al bosque para así poder extraer sus productos, debe realizarse con sumo cuidado. Se requiere de cierta información, como por ejemplo:

- Un plano forestal que indique las áreas que debe abarcar la red de caminos, según el aprovechamiento a realizar.
- Fotografías aéreas a escala adecuada (1:10.000 a 1: 20.000).
- Imágenes satelitales del área objeto de aprovechamiento.

Con esta información, se pueden efectuar las primeras tentativas de trazado de la red de caminos en la oficina; posteriormente es necesario recorrer el terreno para verificar las distintas alternativas.

Es importante tener en cuenta la longitud total del camino y el volumen de tierra que será necesario mover pues estos factores son determinantes del costo de construcción. También hay que tener en cuenta el costo de transporte posterior cuando se escoge la alternativa definitiva.

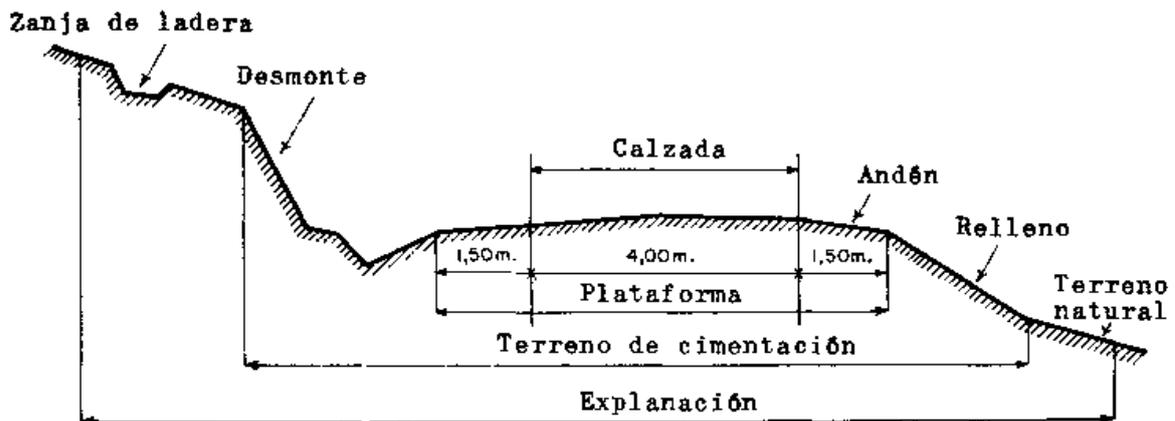


Figura 1. Partes de un camino forestal.

Perfil longitudinal de un camino

Eje longitudinal: representa el eje que corre por la superficie del terreno en forma longitudinal. Muestra las variaciones del terreno a lo largo de la traza del camino. *Se representa gráficamente con color negro.*

Rasante: es una línea con pendiente adecuada que representa la posición del eje definitivo del camino. *Se representa gráficamente con color rojo.*

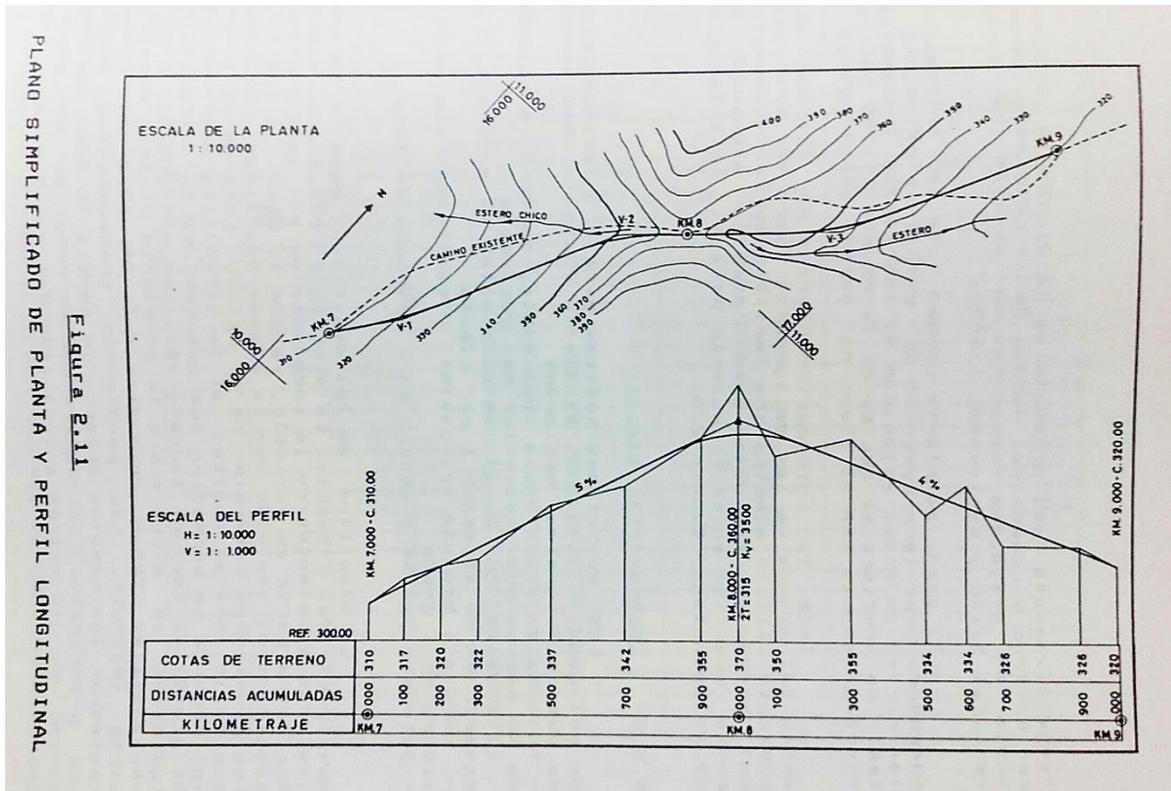


Figura 2. Perfil longitudinal del terreno: el eje longitudinal y la traza del camino (rasante).

Movimiento de tierra

- Si el eje longitudinal está por encima de la rasante, se debe sacar tierra para la construcción del camino. A esto se denomina **desmonte** o excavación. (Se llama *cut* en inglés.)
- En cambio, si el eje longitudinal está por debajo de la rasante, se debe agregar tierra; esto constituye un **terraplén** o explanación. (Se llama *fill* en inglés.)

Nota: se debe usar escalas apropiadas para la construcción de los ejes. Generalmente se utiliza 1:200 para el eje de las ordenadas y 1:1000 o 1:2000 para el de las abscisas.

Perfil transversal de un camino

Es una superficie transversal a la longitud del camino (corte) que se realiza a distintas longitudes, dependiendo de la exactitud que se procura en los cálculos y de la pendiente o de las irregularidades del terreno, entre otros factores. Generalmente se realiza cada 100 m de camino (de ahí la expresión “hectometraje” de la traza), y también al principio y al final de cada curva (PC y FC, respectivamente). Existen tres tipos de perfiles transversales: en corte, en terraplén y mixto:

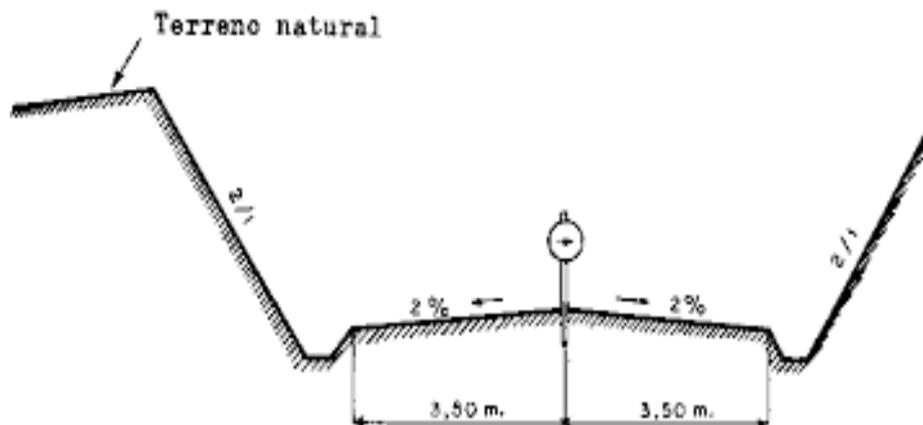


Figura 3. Perfil transversal de un desmonte (corte).

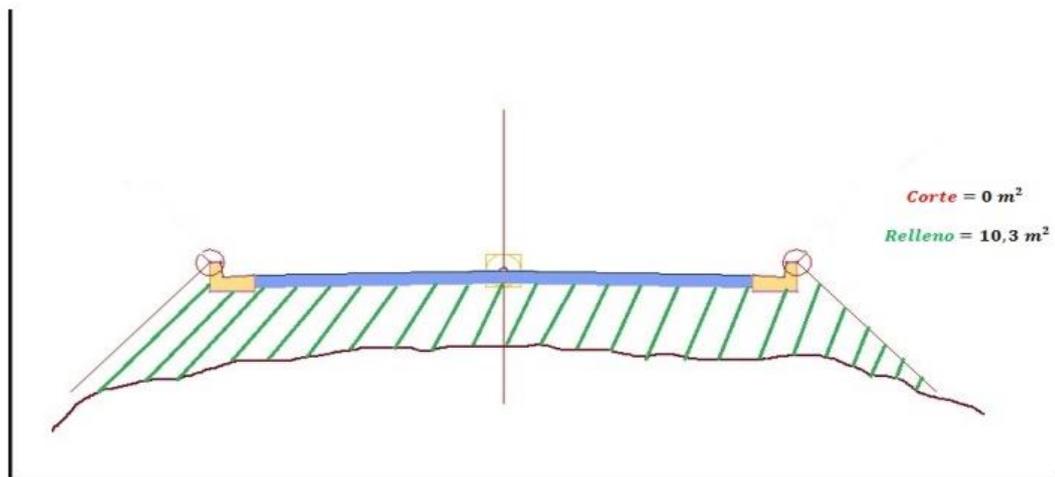


Figura 4. Perfil en terraplén.

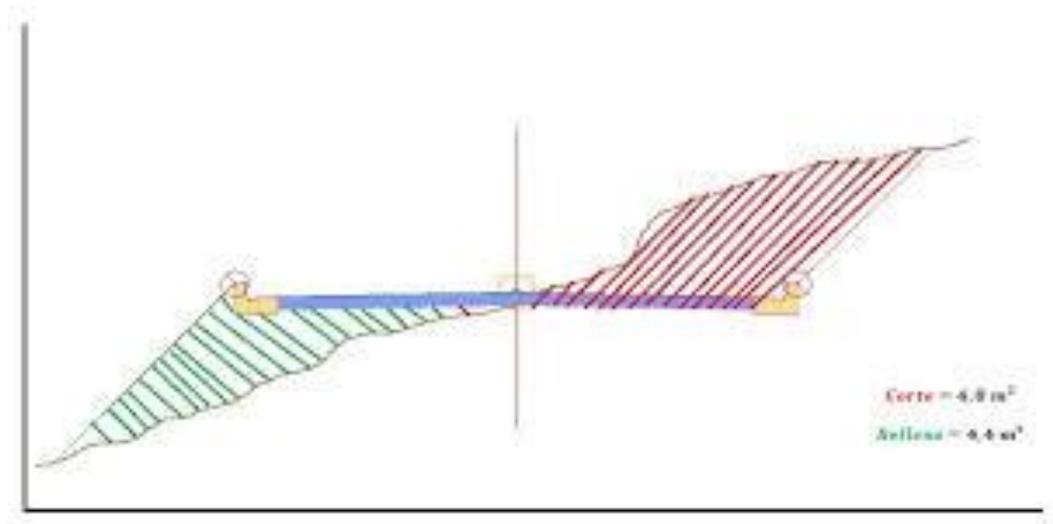


Figura 5. Perfil mixto.

Con el fin de respetar la pendiente adoptada (generalmente no mayor al 8-10 %), en la construcción de los caminos forestales se deben realizar desmontes y terraplenes a lo largo de la traza del camino. En consecuencia, resulta necesario establecer previamente cuál será el volumen de tierra que se ha de mover, el cual se puede representar gráficamente mediante una “curva de volúmenes”.

Es importante tratar de mover el menor volumen posible de modo tal que, al final de la traza, el movimiento acumulado de volúmenes de tierra sea próximo a cero. Esto significa que se han compensado correctamente los desmontes con los terraplenes.

Bibliografía

- Cardoso Machado, C. y J.R. Malinovski. 1986. Rede viária florestal. Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.
- F.A.O. 1978. Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento. Estudios FAO: Montes N° 2, FAO, Roma.
- Frisk, T. 1971. Manual de caminos forestales. Instituto Forestal de Chile, Santiago, Chile.
- Gayoso Aguilar, J. 1993. Planificación y diseño de caminos de extracción en bosques de lenga. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales Andino-Patagónicas (CIEFAP), Publicación Técnica N° 13, Esquel, Chubut, Argentina.

Actividades a realizar

Se confeccionará un camino forestal utilizando un software apropiado para este fin. Los fundamentos teóricos y las instrucciones, así como el equipo informático y el software, serán provisto gentilmente por la Cátedra de Teledetección Forestal.

Evaluación

- 1) En un plano de curvas de nivel, ¿cuál es la escala más conveniente para trabajar cuando se realiza la traza de un camino?
- 2) Defina qué es el eje longitudinal de un camino. ¿Con qué color se la dibuja? ¿Cuál es la escala más adecuada para cada uno de los ejes?
- 3) ¿Qué es la rasante en un camino? ¿Con qué color se la dibuja?
- 4) Mencione la información que se debe consignar en la parte inferior del perfil longitudinal de un camino.
- 5) ¿Qué información se necesita cuando se van a realizar los distintos perfiles transversales de un camino?
- 6) ¿De qué depende la cantidad de perfiles transversales que se deben realizar en un proyecto de camino?
- 7) Mencione los tres tipos de perfiles transversales que conoce.
- 8) Cuando el eje longitudinal está por encima de la rasante, se tiene un perfil
.....
- 9) Cuando el eje longitudinal está por debajo de la rasante, se tiene un perfil
.....
- 10) Mencione las partes constitutivas de un camino forestal.

Transporte forestal por camión en la Argentina.

Configuraciones y tolerancias de carga

T.P. N° 6

Objetivos

Lograr que el estudiante:

- Conozca la reglamentación que establece y condiciona las dimensiones de los camiones que circulan por las rutas argentinas.
- Pueda identificar la configuración de los diferentes vehículos que circulan por los caminos forestales y por las rutas provinciales y nacionales de la Argentina.
- Aprenda a calcular la capacidad de carga de cada camión al analizar su configuración.

Algunas consideraciones generales sobre cargas máximas permitidas

La mayoría de los países especifican, mediante una ley y su correspondiente reglamentación, las cargas máximas totales que los vehículos pueden transportar en la red vial pública. Se consideran las dimensiones totales (longitud, anchura y altura) de los vehículos, ya se trate de un camión simple o no, y si está vacío o cargado. Algunos países no tienen en cuenta los pesos por eje ni los espaciamentos entre ejes, sino que basan sus normas sólo en el número de ejes y en el peso total del vehículo.

En la práctica, en caminos forestales, las cargas totales por eje y por vehículo a veces exceden no solamente la capacidad soporte calculada del camino sino también la capacidad de cálculo o establecida para los neumáticos, ejes, líneas de transmisión u otros componentes del vehículo. Por ejemplo, un camión semirremolque con 5 ejes normalmente está autorizado a transportar entre 32.000 y 36.000 kg en los mejores caminos públicos, pero con frecuencia llevan entre 50.000 y 55.000 kg en caminos forestales privados.

En la República Argentina, a partir del 29 de abril de 2008 está en vigencia la nueva *Ley de Tránsito y Seguridad Vial* N° 26.363, que contiene 41 artículos, mediante la cual se crea la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Esta Ley modifica a

la anterior, la N° 24.449 (de 97 artículos) del año 1995 y también al Decreto N° 779/95 y al Decreto N° 79/98). La Provincia de Santiago del Estero se adhirió a la Ley Nacional N° 26.363 mediante la Ley N° 6.904 del 8 de Julio de 2008.

A continuación se exponen algunos aspectos de su reglamentación:

Dimensiones máximas admitidas (incluyendo la carga):

Ancho: 2,60 m

Altura: 4,10 m

Longitud, según su configuración:

- ✓ Camión simple: 13,20 m
- ✓ Camión con acoplado: 20,00 m
- ✓ Camión con semirremolque: 18,00 m
- ✓ Unidad tractora con semirremolque y acoplado: 20,50 m

Los **vehículos especiales** para transporte exclusivo de otros vehículos sobre sí son de circulación restringida. No les está permitido circular de noche, ni con tormenta o niebla. Además, no podrán exceder las dimensiones que figuran en el Anexo.

- ✓ Ancho: 2,60 m
- ✓ Altura: 4,30 m
- ✓ Longitud: 22,40 m

Sólo en los casos en que las cargas sean indivisibles, los vehículos que excedan estas dimensiones podrán solicitar un permiso especial de circulación ante la Dirección Nacional de Vialidad.

Peso máximo total para una formación normal: 45 toneladas.

Peso máximo por eje (Ver Anexo 1.)

a) Se considera tándem doble de ejes al agrupamiento de dos ejes consecutivos pertenecientes al mismo vehículo, unidos por un dispositivo mecánico, neumático u otro, que permite repartir el peso entre ambos ejes, cuando la distancia entre los centros de los mismos es mayor de 1,20 m y menor de 2,40 m. ($1,20 < d < 2,40$).

b) Se denomina tándem triple de ejes al agrupamiento de tres ejes consecutivos de un mismo vehículo, unidos por un dispositivo mecánico, neumático u otro, que permite la distribución del peso entre ellos, cuya distancia entre el centro de los ejes consecutivos debe ser superior a 1,20 m e inferior a 3,60 m, y cuya separación entre los ejes no continuos del tándem debe ser superior a 2,40 m e inferior a 4,80m.

Tolerancia en los pesos

Para los pesos máximos arriba indicados, se admitirán las siguientes tolerancias:

- ✓ Hasta 500 kg en ejes simples
- ✓ Hasta 1.000 kg en tándem de ejes
- ✓ Hasta 1.000 kg en la sumatoria de excesos en una formación.

Estas tolerancias son válidas siempre y cuando no se supere el peso máximo total permitido; es decir, que los excesos de peso en uno o más ejes deben ser compensados por la falta en otros.

Relación peso/potencia

Desde mayo de 2016, en la Argentina rige una nueva normativa que establece una actualización en la relación peso/potencia para camiones que circulen por las rutas nacionales de nuestro país. Así se informó desde el Ministerio de Transporte a través de la Dirección Nacional de Vialidad. Según dicha información, el sistema de pesaje será fiscalizado de acuerdo con el nuevo coeficiente, que deberá respetar la relación Peso/Potencia de 4,25 CV DIN. (Antes el coeficiente era 3,25.)

Carga máxima = Potencia efectiva al freno (CV)

4,25 CV / t

Esta nueva reglamentación se enmarca en la legislación vigente. En efecto, la Ley Nacional N° 24.449 y sus decretos reglamentarios establecen cuáles son los pesos y las dimensiones que los vehículos de gran porte deben respetar para circular por los caminos de nuestro país.

Actividades

Para cada una de la potencias, aplicar la fórmula anterior y colocar los resultados en una nueva columna en la página siguiente. Este ejercicio se tomará como evaluación de presente práctico.

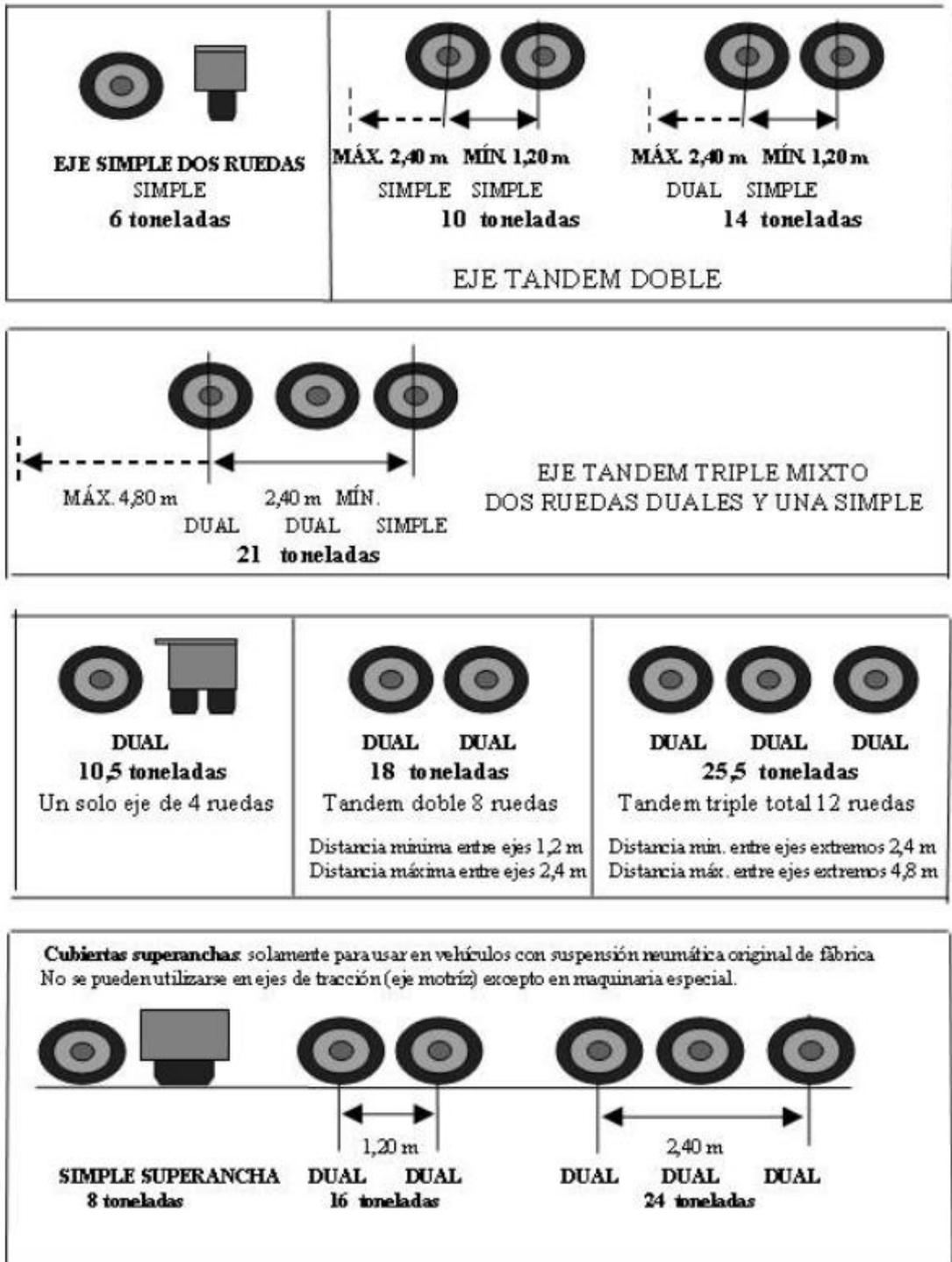
Ejemplo: Un camión Mercedes Benz 1114 con un motor de 140 CV está cargando 30 a 33. 000 kg. Si este mismo vehículo se tiene que ajustar a lo que dice la ley, tenemos que dividir los 140 CV del motor de esta unidad por los 4,25, que es valor de la relación peso potencia. Eso nos da 32.941 kg en bruto. A esto le restamos la tara, que es el peso completo de la unidad (aproximadamente 12.000 kg) y nos queda 20.941 kg de carga para transportar con los mismos costos que antes. En ningún caso está permitido superar las 45 t como límite, independientemente de la potencia.

Configuración de los camiones

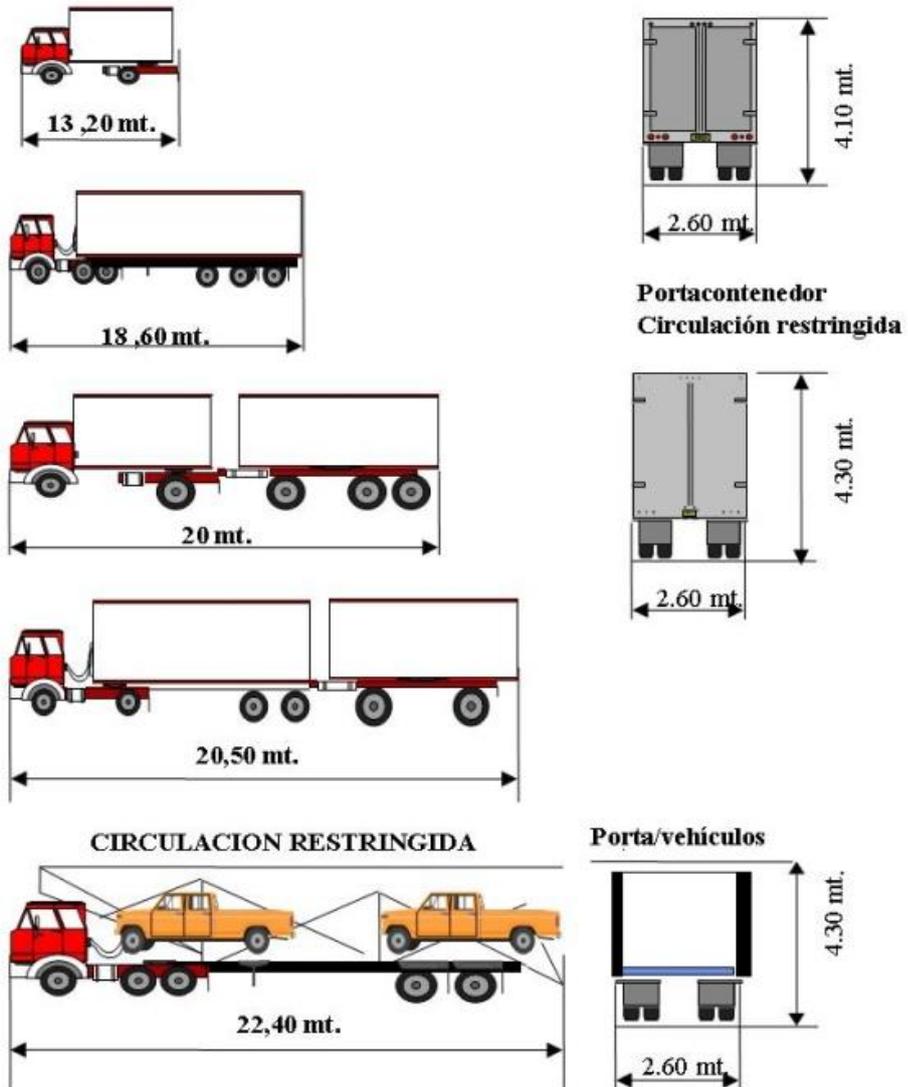
POTENCIA MINIMA NECESARIA	UNIDAD	CONFIGURACION	CARGA MAXIMA
53		1 - 1 S - D	16,5
78		1 - 2 S - D	24,0
97		1 - 3 S - D	30,0
91		2 - 2 S - D	28,0
87		1 - 1 - 1 S - D - D	27,0
112		1 - 1 - 2 S - D - D	34,5
112		1 - 2 - 1 S - D - D	34,5
136		1 - 1 - 3 S - D - D	42,0
136		1 - 2 - 2 S - D - D	42,0
146		1 - 2 3 S - D - D	42,0
146		1 - 1 - 1 - 1 - 1 S - D - D - D - D	45,0
121		1 - 1 - 1 - 1 S - D - D - D	37,5
146		1 - 1 - 1 - 2 S - D - D - D	45,0
146		1 - 2 - 1 - 1 S - D - D - D	45,0
146		1 - 2 - 1 - 2 S - D - D - D	45,0
146		1 - 1 - 1 - 1 - 1 S - D - D - D - D	45,0

ANEXOS

Anexo 1. Peso máximo permitido por eje o conjunto de ejes.



Anexo 2. Dimensiones de los camiones



Cálculo de costo horario de una máquina forestal

T.P. N° 7

Objetivos

Lograr que el estudiante:

- Aprenda a calcular cuánto cuesta cada hora de uso de una máquina forestal.
- Sepa tomar decisiones referidas a la adquisición de una máquina, en particular sobre la base de su costo horario.
- Pueda estimar la incidencia del costo de mano de obra sobre el costo horario total de una máquina forestal.

Introducción

La comparación del costo horario de dos o más máquinas empleadas en el aprovechamiento forestal le permite al técnico, al ingeniero, o a quien toma decisiones dentro de la empresa, elegir cuál máquina comprar cuando llega el momento de adquirir una nueva o reemplazar una que ya ha llegado al límite de su vida útil. En este trabajo práctico se aplicará el Método de Miyata, que toma en cuenta costos fijos, operativos (variables) y de mano de obra para calcular cuánto cuesta ser dueño de una máquina y de hacerla funcionar durante una hora. Resulta práctico usar una hoja de cálculo (tipo Excel) cuando se quiere determinar los costos horarios de varias máquinas. En todos los casos se utilizarán tres clases de costos:

1. Costos Fijos

- (a) Amortización
- (b) Intereses
- (c) Seguros
- (d) Impuestos

2. Costos Operativos

- (a) Combustibles
- (b) Lubricantes (aceite de motor + otros lubricantes)
- (c) Mantenimiento y Reparaciones
- (d) Neumáticos u orugas

3. Costos de Mano de Obra

- (a) Sueldos o jornales (mano de obra directa)
- (b) Cargas sociales

Bibliografía

- Anaya, H. y P. Christiansen. 1986. *Aprovechamiento forestal: Análisis de apeo y transporte*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias, San José, Costa Rica.
- FAO. 1992. Cost control in forest harvesting and road construction. FAO Forestry Paper N° 99, FAO, Roma.
- Miyata, E.S. 1980. Determining fixed and operating costs of logging equipment. USDA Forest Service Gen. Tech. Report NC-55, St. Paul, Minnesota, USA.
- Stenzel, G., T.A. Walbridge, Jr., and J.K. Pearce. 1985. *Logging and pulpwood production*. John Wiley & Sons, New York, USA.

Problema de Aplicación

La *feller-buncher* Makeri (de origen finlandés, ideal para raleos por su tamaño pequeño y gran maniobrabilidad en plantaciones) es una máquina con motor diesel de 45 hp, montada sobre orugas y provista de un cabezal cortante con una apertura máxima de 30 cm. El cárter tiene una capacidad de 45 L. Los cambios de aceite y filtros se efectúan cada 50 horas.

Calcular los costos horarios fijos, operativos, de mano de obra y totales (en \$/h) para esta máquina en base a los siguientes datos:

P = \$ 890.546	R = \$ 178.109	N = 5 años
Interés = 17 %	Seguros = \$ 20.030/año	Impuestos = 3 %
Precio gasoil = \$ 15,62/L	Precio aceite = \$ 80/L	
Precio oruga = \$ 20.600	Vida útil oruga = 4.000 h	

1. Según la planificación de la empresa, la máquina trabajará 8 h/día, de lunes a viernes, durante 49 semanas/año.
2. El porcentaje de utilización de la máquina es de 73 %.
3. Para el cálculo de los costos de mantenimiento y reparaciones, se sugiere usar 53 % de la amortización anual.
4. Al operador se le paga \$ 45,43/h, a lo que se le deben agregar las siguientes contribuciones, que totalizan el 23 %, discriminados de la siguiente manera:

Aporte jubilatorio: 10,17 %	PAMI (Ley 19.032): 1,5 %
Asignaciones familiares: 4,44 %	Obra social: 6 %
Fondo Nacional de Desempleo: 0,89 %	

Nota: Ajustar el costo de mano de obra en base al tiempo productivo.

FÓRMULAS

1. Inversión Media Anual (IMA):

$$\text{IMA} = [(P-R) \cdot (N+1)] / 2N + R \quad [\$/\text{año}]$$

2. Consumo de combustible (para motor diesel):

$$Q_{\text{diesel}} = 0,1390082 \cdot \text{hp} \quad [\text{L/h}]$$

3. Consumo de aceite de motor:

$$K_{\text{lub}} = 0,001995 \cdot \text{hp} + (c/t) \quad [\text{L/h}]$$

4. Costo horario de las orugas: [\$/h]

$$CH_{\text{orugas}} = \frac{1,15 \times \text{precio total}}{\text{vida útil}}$$

5. Costo de Amortización:

$$A = (P - R) / N$$

Cálculo del Costo Horario de una Máquina Forestal

Método de Miyata

Cuadro Resumen

Rubro	Costo anual [\$/año]	Costo Horario [\$/h]
1. Costos Fijos (CF)		
Amortización		
Intereses		
Seguros		
Impuestos		
Sub-total 1		
2. Costos Operativos (CO)		
Combustibles		
Lubricantes		
Aceite de motor		
Otros lubricantes		
Neumáticos / orugas		
Mantenimiento y reparaciones		
Sub-total 2		
3. Mano de Obra (MO)		
Mano de obra directa		
Cargas sociales		
Sub-total 3		
Sub-total 3 ajustado		
Costo Horario Total		

Cálculo del costo total de un sistema de aprovechamiento forestal

T.P. N° 8

Objetivos

Lograr que el alumno:

- Pueda aplicar los conocimientos adquiridos sobre el costo horario de la maquinaria forestal.
- Pueda determinar el costo total de un determinado sistema de aprovechamiento forestal.
- Evalúe si conviene utilizar el equipo propio de la empresa, o contratar alguna de las máquinas, para ejecutar determinadas tareas, en caso de que la empresa contara con su propia maquinaria.
- Pueda analizar el costo total de cada una de las componentes del sistema y corregir ineficiencias, en caso de existir costos excesivos en alguna componente.

Introducción

En todo proceso productivo es importante saber cuánto cuesta producir cada unidad de producto. Así, por ejemplo, el dueño de una fábrica de sillas quiere saber cuál es el costo de producción de cada silla; a los directivos de una empresa que posee una planta de pasta celulósica les interesa saber cuánto cuesta producir una tonelada de pasta celulósica; alguien que produce plantines de eucalipto necesita saber el costo de cada plantín listo para llevar al terreno. En el caso de una empresa de aprovechamiento forestal, cuyo objetivo es abastecer de madera a un aserradero, por ejemplo, es importante conocer el costo de cada metro cúbico o de cada tonelada de la materia prima que entrega a su cliente industrial.

Los costos horarios calculados en el trabajo práctico anterior sientan la base para determinar el costo unitario de la materia prima forestal. Para ello es necesario introducir en el análisis otro factor: la **productividad**, que fue abordado oportunamente en clase.

La productividad de una máquina está afectada por la capacidad y eficiencia de los operarios, el cumplimiento de los planes de trabajo, el uso y mantenimiento adecuados de la máquina, la compatibilidad entre la máquina y la tarea que con ella se realiza, las condiciones de operación de la máquina y la metodología de trabajo.

Los factores que inciden sobre la productividad generalmente inciden también sobre los costos. Cada máquina y cada sistema están afectados por una serie de factores (únicos o comunes) que, a su vez, influyen sobre los costos.

En el aspecto económico del aprovechamiento forestal interesa analizar la influencia que tienen los diversos factores sobre la productividad y los costos. Finalmente, cuando se deben tomar decisiones sobre la factibilidad o conveniencia económica de una operación de aprovechamiento, se debe **comparar** los **ingresos** que se espera recibir como resultado de la venta de la materia prima **con** los **costos** en que se incurriría si se llevara a cabo dicha operación.

Para calcular el costo unitario de un sistema de aprovechamiento, es necesario conocer la productividad de cada componente; es decir, la cantidad de madera producida por unidad de tiempo, expresada en m³/h, o t/h, por ejemplo. Esto se determina en el terreno, midiendo la producción de cada componente y cronometrando cada tarea. Luego se calcula el costo unitario de cada componente como la razón entre el costo horario y la productividad:

$$CU_i = \frac{CH_i}{P_i}$$

Este costo unitario de la materia prima se expresa en \$/unidad de volumen o en \$/unidad de peso; por ejemplo: \$/m³ o \$/tonelada. Cuando se incluyen todas las componentes del sistema, se denomina a este valor, **costo unitario total del sistema**, que se obtiene sumando los costos de cada componente. Dado que el sistema consta de cuatro componentes (representadas aquí por el subíndice i), dicho total queda determinado por la siguiente expresión:

$$CUT = \sum CU_i = \sum \frac{CH_i}{P_i}$$

i = 1, 2, 3 4.

Los subíndices 1, 2, 3 y 4 se refieren a cada una de las componentes: corta, extracción, carga y transporte, respectivamente.

Por otra parte, en una operación de aprovechamiento forestal, a menudo resulta necesario construir caminos forestales y mantenerlos durante el tiempo que dure el trabajo. Además, toda empresa necesita un lugar físico donde se llevan a cabo diversas tareas administrativas y empleados que las realizan, tales como recepcionistas, telefonistas, personal de maestranza, ingenieros, contadores, secretarias, etc. Finalmente, la suma del costo unitario total del sistema (CUT) más los costos de construcción y mantenimiento de caminos y los costos de administración (gastos generales), da como resultado el **costo unitario total de la producción**.

Bibliografía

- Anaya, H. y P. Christiansen. 1986. *Aprovechamiento forestal: Análisis de apeo y transporte*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias, San José, Costa Rica.
- FAO. 1992. Cost control in forest harvesting and road construction. FAO Forestry Paper N° 99, FAO, Roma.
- Miyata, E.S. 1980. Determining fixed and operating costs of logging equipment. USDA Forest Service Gen. Tech. Report NC-55, St. Paul, Minnesota, USA.
- Stenzel, G., T.A. Walbridge, Jr., and J.K. Pearce. 1985. *Logging and pulpwood production*. John Wiley & Sons, New York, USA.

A. Problema de aplicación: Costo unitario total de un sistema.

El sistema consta de una cuadrilla de motosierristas, una motoarrastradora John Deere 548 de garra de 130 HP (montada sobre neumáticos), un *logger* Bell (cargadora con brazo articulado) y tres camiones chasis. El volumen que se aprovechará en este tramo anual de corta es de 7000 m³/año.

1. El costo de la componente corta (apeo, desramado y trozado) es de \$ 69,20/m³
2. Los datos de la motoarrastradora son los siguientes:

P = \$ 2.763.000	R = 20 % de	N = 5 años
Int = 17 %	Imp = 2,57 %	Seg = \$ 1 % de P
U = 67 %	M y R = 0,5 • A	
Q _{comb} = 96 L/día	P _{comb} = \$ 15,62/L	
K _{oil} = 1 L/h	P _{oil} = \$ 80/L	
P _{neum} = \$ 90.750	n _{neum} = 2.500 h	
c = 15 L	t = 350 h	

El maquinista cobra \$ 55,55/h y las cargas sociales llegan al 23%. La máquina extrae 28 m³/día, y trabaja 9 h por día de lunes a viernes, 50 semanas por año.

La cargadora tiene una capacidad de 85 m³/día, y su costo horario es de \$ 51,66.

- ¿Cuál es el costo de la materia prima sobre camión?

.....

Tres camiones chasis, con una capacidad de 10 m³ cada uno, transportan las trozas al aserradero, tras recorrer una distancia total de 35 km. (30 km. sobre camino principal y 5 km. sobre camino secundario), realizando cada uno 3 viajes por día. El costo horario del transporte es de \$ 41,24/h.

- ¿Cómo se llama a la suma de los costos unitarios de los ítems 1 al 4?

.....

Además, se construirán 1600 m de camino secundario, a un costo de \$ 5000/km y se deberá mantener este camino durante todo el año, a razón de \$ 200/km. El volumen total de madera a extraer del tramo es de 7000 m³/año.

Por último, se incluirán gastos de administración, supervisión, etc., que tendrán una incidencia del 15 % del costo directo total.

- ¿A cuánto asciende el costo indirecto total?
- ¿Cuál es el costo unitario total de la producción?

B. Problema de aplicación: Costo unitario total de la producción.

Para un determinado sistema, calcular el costo total de aprovechamiento (\$/m³), a partir de los siguientes datos:

1. CORTA: Abatimiento, desrame y trozado con motosierra

- Costo fijo y operativo de la motosierra: \$ 65/h
- Jornal del motosierrista: \$ 350,76/día
- Jornal de ayudante: \$ 324,37/día
- Cargas Sociales: 23 %
- Se trabaja 8 h/día, de lunes a viernes; 50 semanas/año
- Porcentaje de utilización de la motosierra: 50 %
- Rendimiento (productividad) de la cuadrilla de corta: 24 m³/día

$$\text{Costo Unitario de Corta} = \frac{\text{Costo horario total motosierra}}{\text{Productividad cuadrilla}} = \$/\text{m}^3$$

Costo Unitario de la componente CORTA = \$/m³

2. EXTRACCIÓN con motoarrastradora de garra, sobre orugas.

P= Precio de la motoarrastradora: \$ 1.950.000 (IVA incluido)

R= Valor residual: 20 % de P

N= Vida útil: 3 años

Porcentaje de utilización de la máquina: U = 67 % (+)

Mantenimiento y reparaciones: MyR = 0,5 • D (+)

(+) Estos valores se encuentran tabulados para la máquina que interese.

Al operador de la máquina se le paga \$ 48,43/h más un 23 % de cargas sociales. Se planea trabajar 9 horas por día, de lunes a viernes, durante 50 semanas/año.

- Volumen total neto a extraer por tramo: 900 m³

Int = valor del interés (i = tasa de interés: 17 % anual)

Imp = impuestos: 23,73 % anual

Seg = seguros = \$ 40.000/año

- Estos valores se calculan sobre la base de la Inversión Media Anual (IMA).

$$IMA = \frac{(P - R)(N + 1)}{2N} + R$$

Consumo Comb. = 75 L/día

Precio Comb. = \$ 15,62/L

Consumo Lub. = 1 L/h

Precio Lub. = \$ 80/L

Precio oruga = \$ 30.800 c/u

Vida útil oruga = \$ 2.500 h

Costo Horario oruga = 1,15 x Precio (par) / vida útil

- La motoarrastradora extrae 28 m³/día

$$\text{Costo Unitario de Extracción} = \frac{\text{Costo horario motoarrastradora}}{\text{Productividad motoarrastradora}} = \$/\text{m}^3$$

Costo Unitario de la componente EXTRACCIÓN = \$/m³

3. CARGA: La carga se realiza con un tractor trineumático Bell (*logger*), cuyo costo horario es de \$251,66/h.

- La máquina carga 85 m³/día.

$$\text{Costo Unitario de Carga} = \frac{\text{Costo horario cargadora}}{\text{Productividad cargadora}} = \$/\text{m}^3$$

Costo Unitario de la componente CARGA = \$/m³

Costo Corta + Costo Extracción + Costo Carga = Costo sobre camión =

= + + \$/m³ (*)

4. TRANSPORTE: Se realiza con un camión chasis que recorre una distancia total de 35 km: 5 km sobre camino secundario y 30 km sobre camino principal.

- Capacidad de carga del camión = 10 m³; realiza 3 viajes/día.
- Costo horario del camión = \$ 241,24 /h

$$\text{Costo Unitario de Transporte} = \frac{\text{Costo del camión por día}}{\text{Capacidad de carga} \times \text{Numero de viajes por día}} =$$

Costo Unitario de la componente TRANSPORTE = \$/m³

Si al valor aquí obtenido se le suma el costo calculado en (*), se obtiene el **costo unitario de la materia prima puesta en playa de fábrica**. Éste es el **Costo Unitario Total del Sistema (CUT)**.

$$\text{CUT} = \text{CU}_1 + \text{CU}_2 + \text{CU}_3 + \text{CU}_4 =$$

$$\text{CUT} = \dots + \dots + \dots + \dots = \dots$$

1. Costo de Construcción y Mantenimiento de Caminos

- Se construyen 1.600 m de camino a razón de \$ 250.000/km
- Volumen neto total a extraer del tramo: V = 900 m³

$$\text{Costo Unitario de Construcción} = \frac{\text{Costo de construcción por km} \times \text{número de km}}{\text{Volúmen total a extraer}} =$$

Costo Unitario de Construcción de caminos = \$/m³

➤ Costo de Mantenimiento del camino = \$ 2500/km

$$\text{Costo Total de mant. de caminos} = \frac{\text{Costo de mant. caminos por km} \times \text{número de km}}{\text{Volúmen total a extraer}} =$$

Costo Total de mantenimiento de caminos = \$/m³

Costo Total del camino = Costo Construcción + Costo Mantenimiento

Costo Total del Camino = \$/m³

6. Gastos de Administración, supervisión, etc. = \$/m³

• **Costo Unitario Total de la producción** = \$/m³

Resumen de costos unitarios

Item	Tipo de Costo	Costo Unitario (\$/m ³)
1	Corta	
2	Extracción	
3	Carga	
4	Transporte	
5	Caminos	
6	Sub-Total	
7	Administración (15%)	
8	Total *	

Costo Unitario Total de la Producción: \$/m³