

Los trabajadores generales podarán los árboles a un ritmo de 20 arboles por hora. Dicho trabajo requerirá 55,5 horas por hectárea.

Costos de la Primera Poda: U\$S 0,825/hor. x 55,5 hor. U\$S 45,79

## 2) Segunda Poda

Los árboles de mejor crecimiento que se dejen hasta la corta final (la mitad de los árboles plantados = 555 arboles) serán podados observando su crecimiento. Este trabajo será realizado manualmente a un ritmo de 8 árboles por hora ( $555 / 8 = 69,4$  horas).

Costos de la Segunda Poda: U\$S 0,825/hor. x 69,4 hor. U\$S 57,26

## 1.7 Protección

### 1.7.1 Control de Plagas

#### 1) Eucalyptus spp.

La especie de eucalipto sufre ataques o daños por insectos sólo hasta un punto limitado. Los mayores enemigos de las plantaciones de eucaliptos son el ganado y los roedores como liebre y ratas. El ganado ramonea y pisotea los árboles. Es esencial cercar el sitio de plantación. El largo total de la cerca por kilómetro cuadrado será de 4 km y el largo por hectárea será de 40 m, si el área es de 100 ha.

Para evitar roedores como liebres y apereás, es efectivo el uso de exterminadores con comida. Deberán seleccionarse productos químicos relativamente inofensivos para los humanos y para los animales útiles.

Los insectos dañinos para el Eucalyptus son las hormigas y *Phoracanta semipunctata*.

Las hormigas cortan las hojas de los árboles plantados y las llevan a sus nidos donde saldrán setas en las hojas y las comerán. Si las hormigas comienzan su trabajo, éstas despojarán a los árboles plantados de todas sus hojas en tan sólo un día. Habrá que tomar contramedidas con antelación.

Para controlar las hormigas se empezará por descubrir sus nidos. Se descubrirán patrullando a caballo.

Se utilizará un producto químico (mirex granulado) que se dispersará alrededor del nido para que las hormigas los lleven al interior del mismo. Absorberá la humedad del nido y allí generará un gas tóxico que exterminará a las hormigas.

Las larvas de *Phoracanta semipunctata* comerán el cámbium de los eucaliptos. Es necesario detectar los daños lo antes posible, talar y descortezar los árboles dañados y pulverizar con insecticidas.

Para prevenir el daño se requiere un sistema adecuado de plantación en el cual el primer trabajo es seleccionar especies adecuadas de árboles al suelo y al clima del sitio de plantación. El segundo trabajo es el espaciamiento. Se requiere determinar el número adecuado de árboles plantados por hectárea para evitar plantaciones densas. Si se determina una rotación larga (de 15 años o más), será necesario ralear. Si no se ralean los rebrotes después de la regeneración mediante dicho método, se atrofiarán y resultarán vulnerables a ataques de plagas. Es necesario ralear para que las plantaciones no sean demasiado densas.

## 2) *Pinus* spp.

El insecto más dañino para las especie del género pino en Uruguay es *Sirex noctilio* (un pequeño síricido) que suele observarse por el país.

Este insecto es una especie de Siricidae y tiene su origen en Europa. Se supone que dicha especie llegó con las importaciones de madera y con los materiales de empaque de Europa o de los Estados Unidos. Una generación dura un año. Dicha especie coexiste con los hongos azules e inyecta dichos hongos en los árboles vivos a la vez que pone huevos en ellos. El taladrador del pino deja al hongo que haga su trabajo para que se pudra esa parte de la madera y luego taladran más hacia el interior de la madera a la vez que se la comen. Los pinos terminarán por secarse por causa del efecto del hongo.

Esta especie de insecto atacará primero a los árboles débiles que quedan a la sombra de otros árboles o que han sido debilitados por algún fuego al nivel del piso forestal. Los árboles deben observarse permanentemente, especialmente después de un incendio forestal. Si se detectan árboles dañados, deberán talarse y quemarse lo antes posible.

Otro insecto nocivo es el *Pissodes notatus*. Es una especie de *Pissodes*, Curculionidae.

En Uruguay, los bosques de *Pinus taeda* son atacados por dicho insecto, y los bosques de *P. elliotti* también sufren algo de daño.

Las larvas de este insecto comerán el cámbium de los pinos, que se secarán y morirán pronto. Los imagos que han salido comerán lo blando de las ramas o causarán grandes daños a las plantas pequeñas (de aproximadamente 1 m de altura).

El control de dicho insecto es el mismo que el de *Sirex noctilis*.

Tambien, *P. radiata* es vulnerable a este insecto dañino.

Para controlar las hormigas, vea el la parte que trata de ello en la especie del eucalipto.

Los pinos son igualmente vulnerables al ganado los primeros años de plantación. Igual que los eucaliptos, requieren de cercas de protección.

### 3) Populus/Salix spp.

Aunque las especies de Populus/Salix usadas para la plantación suelen ser variedades seleccionadas y que crecen bien, son susceptibles a plagas.

Los hongos aparecen en las hojas, ramas y tallos. La pulverización de productos químicos no da buen resultado. Como la resistencia a los hongos varía de variedad a variedad, la mejor solución puede ser introducir variedades de árboles resistentes.

Por otra parte, el ramoneo de los insectos causa daños diversos. En algunos casos, los árboles son despojados de todas las hojas y se agostan y mueren. Si se detectan daños en una fase temprana, los insectos pueden ser totalmente exterminados pulverizando Sumithion, Diptex, etc.

Además, los árboles plantados pueden ser ramoneados y pisados por el ganado, ramoneados por ratas y hormigas o destruidos por fuegos forestales. Vea lo relativo a las medidas de control en los párrafos que tratan de ello en el eucalipto y el pino.

#### 1.7.2 Control de Incendios

Deberán tomarse precauciones contra los fuegos forestales cerca de las áreas en las que se quemen las hierbas muertas para controlar los pastos, o que se quemen los restos de cosechas. Se dan muchos casos de fuegos forestales por la quema descuidada de hojas muertas al aire libre o debido a que se tiran colillas de cigarrillos.

Algunos ejemplos de medidas efectivas para prevenir los fuegos forestales son (1) establecimiento y cuidados de las fajas contra fuegos adecuadamente, (2) establecimiento de un sistema de lucha contra el fuego, (3) establecimiento de cortafuegos, y (4) relaciones públicas con los lugareños, especialmente estudiantes.

A continuación se describe el establecimiento y cuidados adecuados de fajas contra fuego. Las fajas contra fuego deberán establecerse en las lindes comunitarias para que el área forestal dentro de una comunidad sea de 100 ha. o menos. Una faja adecuada deberá tener entre 15 y 20 m. Cuando más ancha es la faja, más efectiva pero resulta también más costosa. Cuando más estrecha es la faja, menos costosa, pero también pierde efectividad.

Los cuidados adecuados de las fajas contra fuegos es quitar las hierbas de ellas y dejar expuesta la capa superior del suelo de vez en cuando. Si las malas hierbas permanecen en las fajas durante el invierno, dichas fajas resultarán menos efectivas. Según se aproxima la estación en la que las malas hierbas se secan, deberán cortarse totalmente sin demora. Las malas hierbas cortadas deberán retirarse o juntarse y quemarse en el centro de la faja.

Para descubrir la capa superior del suelo, el centro de cada faja será trabajado mediante tractores, bulldozers y niveladoras. El sistema de lucha de fuego arriba mencionado incluye las operaciones siguientes: se organizarán grupos de lucha contra el fuego; se construirá torres de vigilancia; los bosques serán inspeccionados y vigilados en la época peligrosa; se detectarán fuegos y situaciones peligrosas y se informará sobre ello con detalle; y los equipos de lucha contra el fuego perfectamente organizados para aparecer en escena para apagar los fuegos.

La torre de vigilancia estará equipada con mapas, brújulas, telescopios y teléfonos o equipo de radio sirenas.

Si se detecta humo que puede tener su origen en un fuego, se tratará de ubicar y se informará de inmediato. Si es necesario se enviará una patrulla. Los métodos de formación de los grupos de lucha contra fuegos son (i) seleccionar los miembros con antelación y establecer un sistema de enlace, (ii) establecer un sistema que asegure vehículos disponibles para transportar personal y (iii) utilizar un "amainador de fuego" y un "lanzador de chorro" como extintores efectivos. El "lanzador de chorro" es muy efectivo siempre que se disponga de agua. En las plantaciones a gran escala, los camiones cisterna llenos de agua deben estar preparados en todo momento.

Los rompiefuegos arriba mencionados podrán aumentar su seguridad con árboles resistentes al fuego (árboles de hoja perenne no coníferas cuyas hojas son gruesas pero no oleaginosas, y cuyas ramas se expanden bien) que serán seleccionados y plantados en una o dos líneas. Respecto a las relaciones públicas, se utilizarán carteles y películas para que las gentes del lugar y los estudiantes cooperen para evitar incendios. Se distribuirán pequeñas bolsas de aluminio (como ceniceros de bolsillo) para que no tiren las colillas de los cigarrillos al suelo.

### 1.7.3 Costo de Protección

El costo de protección se describirá en base al trabajo, no a las especies de árboles. Los costos de control de plagas serán cubiertos en imprevistos.

#### (1) Costos de Cercado

Es necesario cercar el sitio de plantación para evitar que pascen el ganado y que caballos, ovejas y cabras invadan el sitio. Los piques deben durar tres o cuatro años. Las cercas se hacen generalmente de madera de eucalipto y cinco hilos de alambre. Se necesita alambre de 25 m de largo por hectárea.

El costo de cercado por hectárea es  $U\$S 1,10/m \times 25 m = U\$S = 27,50$ .

#### (2) Costos de equipo de lucha contra fuegos

Los gastos de las máquinas y aparatos siguientes para la lucha contra fuegos se estiman para un sitio de plantación de 200 ha.

1. Remolque con tanque de 500 litros (para camiones pequeños)	uno	U\$S 750
2. Tanque de 500 litros para camiones pequeños	uno	U\$S 100
3. Bomba extintora (portátil)	una	U\$S 1.100
Manguera y boquilla de 2 pulgadas	un juego	U\$S 300
4. Sierra de cadena	una	U\$S 710
5. Extintor aspersor de tipo mochila	cinco	U\$S 390

6. Herramientas de extinción (pala, rastrillo, hacha)	un juego	U\$S 400
7. Torre de vigilancia	un juego	U\$S 450
Total		U\$S 4,200

De modo que se incluirá una inversión de U\$S 21,00/ha (U\$S 4.200 / 200 ha) en equipo contra fuegos en los gastos.

(3) Costos de la Operación de Lucha Contra Incendios

El diez por ciento de la inversión por hectárea (U\$S 2,10) se asignará a la operación de lucha contra fuegos.

(4) Costos de Limpieza de Cortafuegos

Se establecerá un cortafuego por 30 hectáreas. El área del mismo será de 3,3 ha. por 30 ha. y 1.100 m<sup>2</sup> por una hectárea de área plantada. Dichos cortafuegos deberán ser cuidados anualmente.

Como el costo de carpida de los cortafuegos es de U\$S 10,09 por ha. (vea el costo de los eucaliptos el segundo año) y el área cortafuegos es 0,11 ha. por cada hectárea plantada:

$$\text{U\$S } 10,09/\text{ha} \times 0,11 \text{ ha} = \text{U\$S } 1,11$$

(5) Costos de Vigilancia

Los costos para patrullar en el verano que es la estación más peligrosa se incluirán en los gastos. Se emplearán trabajadores generales para la inspección de un área plantada de 200 ha. durante seis meses (25 días x 6 meses)

$$25 \text{ personas-días} \times 6 \text{ meses} + 200 \text{ ha} = 0,75 \text{ persona-día/ha}$$

$$\text{Sueldo U\$S } 6,6/\text{persona-día} \times 0,75 \text{ persona-día/ha} = \text{U\$S } 4,95/\text{ha}$$

Dichos costos serán incluidos en los gastos cada año desde la plantación a la tala.

(6) Imprevistos

Cinco por ciento de los gastos generales durante el primer y segundo año de plantación serán incluidos en imprevistos.

(7) Generales

Ocho por ciento de los gastos totales más imprevistos serán incluidos como gastos generales, lo que incluye honorarios de asesoría forestal y costos de manejo de plantación.

(8) Costos de Control de Hormigas

Aunque el control de termitas forma parte del trabajo de protección, se tratará como parte de los trabajos de preparación de la tierra en orden de plantación. El control de las hormigas se realizará con antelación a la plantación antes de cultivar, y se repetirá posteriormente detectando los nidos de hormigas después de plantar. Dicho control también se llevará a cabo al año de la plantación. El trabajo será manual y se utilizará 1 kg de Aldrin (5%) como veneno para las hormigas por ha.

Costo de control de termitas (por ha)	
Sueldos: trabaj. gener. U\$S 0,825/pers.-horax8h	= U\$S 6,60
Producto químico U\$S 2,80/kg x 1 kg =	= U\$S 2,80
<hr/>	
Total	U\$S 9,40/ha
<hr/>	

1.8 Raleo

1.8.1 Trabajos de Raleo

1) Eucalyptus spp.

Con el paso de los años después de la plantación, los árboles plantados competirán entre ellos y como consecuencia se harán más vulnerables a las plagas.

El raleo no es necesario en el caso de plantaciones de eucaliptos cuyo objetivo es la producción de leña, madera para cercas de granjas y madera de pulpa para lo cual los árboles se talarán a los diez años de plantarse. Los trabajos de raleo no mejorarán el valor de los árboles plantados y resultarán costosos.

El raleo será efectivo cuando la edad de tala es de 15 años o más y se requieren árboles relativamente gruesos.

El método más favorable de raleo está relacionado con un sitio específico y un fin específico.

Según nuestro estudio de las plantaciones de eucaliptos en Uruguay, el tiempo adecuado del primer raleo es a los diez años de la plantación.

El tiempo de raleo final deberá producirse a los cinco años o más antes de la tala. Por ejemplo, si los árboles se talarán 25 años después de plantar, el raleo final deberá completarse a los 20 años de plantar. No es adecuado ralear los árboles a los 20 años de plantado por el costo y la rentabilidad.

A continuación se muestran algunos modelos de raleo de Eucalyptus:

Modelo 1 (plantación 1.111 árboles/ha en espaciamiento 3 m x 3 m)

	Años después de plantar	Árboles que quedan	Raleados (talados) Árboles	Raleo Índice	Observac.
Plantación inicial	0	1.111	0	0,000	
1er. raleo	10	555	555	0,500	Extracción
2do. raleo	15	416	139	0,250	Venta mad.
3er. raleo	20	277	139	0,333	vea arriba
Tala principal	25	0	277	1,000	

Modelo 2 (plantación 1.666 árboles/ha a un espaciamiento 3 m x 3 m)

	Años después de plantar	Árboles que quedan	Raleados (talados) Árboles	Raleo Índice	Observac.
Plantación inicial	0	1.666	0	0,000	
1er. raleo	10	800	800	0,500	Extracción
2do. raleo	15	600	200	0,250	Venta mad.
3er. raleo	20	400	200	0,333	vea arriba
Tala principal	25	0	400	1,000	

Tala Principal

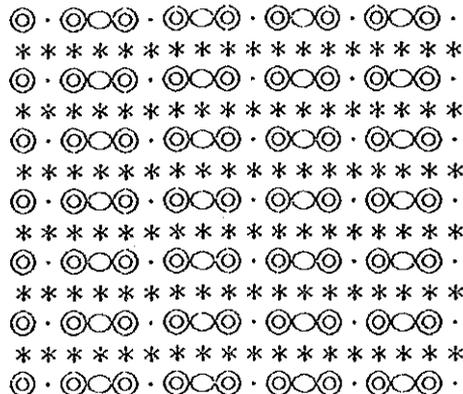
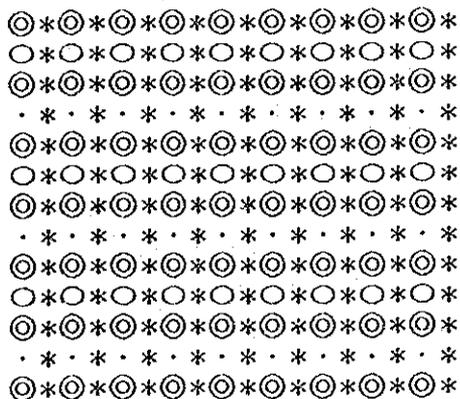
\* Por resultar más conveniente, el número de árboles raleados se estima en 800 pues algunos de ellos pueden secarse después de plantar.

(Modelo 1)

(Modelo 2)

3 x 3 m (1111 árboles/ha)

3 x 2 m (1666 árboles/ha)



- \* Los círculos dobles indican árboles que se dejarán hasta la tala principal.
- \* (1)= \*, (2)= o y (3)= ⊗ indican el raleo 1ro., 2do. y 3ro. respectivamente.

Como se muestra en los planes, es preferible ralear los eucaliptos en líneas en vista a la seguridad, eficiencia y costos de explotación.

2) Pinus spp.

La edad normal de corte de los pinos en bosques artificiales es 25 años. La poda y el raleo es esencial para producir madera de aserrío y contrachapado altamente comercializable. El método de poda ya se mencionó en el apartado 1.6.2.

Si los árboles plantados crecen sin raleo, el crecimiento del tronco en diámetro empezará a disminuir unos diez años después de plantar.

En las plantaciones de pinos, se recomienda espaciamiento de 2,5 x 2,5 (1.600 árboles/ha). A continuación se describirá el procedimiento de raleo suponiendo que se planten 1.600 árboles por hectárea.

Es normal realizar el primer raleo 10 años después de la plantación, el segundo raleo 5 años después y el tercer raleo 5 años después del segundo.

Modelo 1 (plantación 1.600 árboles/ha en espaciamiento 2,5 m x 2,5 m)

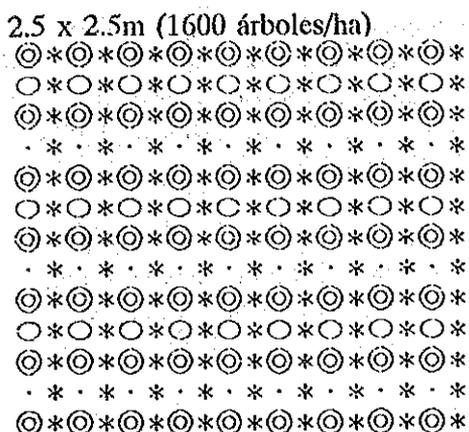
	Años después de plantar	Árboles que quedan	Raleados (talados) Árboles	Raleo Índice	Observac.
Plantación inicial	0	1.600	–	–	
1er. raleo	10	800	800	0,500	Extracción
2do. raleo	15	600	200	0,250	Venta mad.
3er. raleo	20	400	200	0,333	vea arriba
Tala principal	25	0	400	1,000	

Modelo 2 (vea lo anterior)

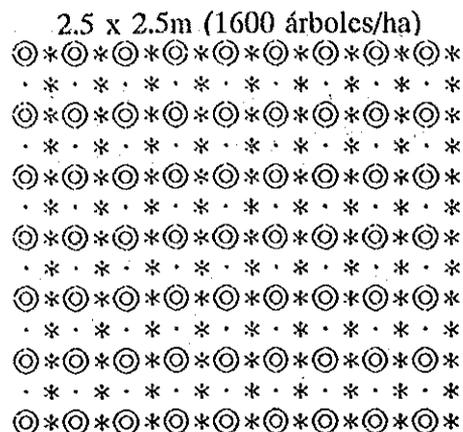
	Años después de plantar	Árboles que quedan	Raleados (talados) Árboles	Raleo Índice	Observac.
Plantación inicial	0	1.600	–	–	
1er. raleo	10	800	800	0,500	Extracción
2do. raleo	17	400	400	0,500	Venta mad.
Tala principal	25	0	400	1,000	

- \* El modelo 2 es un método de raleo de bajo costo.

(Modelo 1)



(Modelo 2)



- \* Los círculos dobles indican árboles que se dejarán hasta la cosecha final.
- \* (1)=\*, (2)=O y (3)=⊙ indican el raleo 1ro., 2do. y 3ro. respectivamente.

Además del raleo en línea arriba mencionado, el raleo selectivo es otra alternativa.

Consiste principalmente en ralear árboles de poca calidad de las especies predominantes y merece ser considerado en las plantaciones de pinos.

Por ejemplo, cuando se plantan 1.100 árboles por ha., el método de raleo será el siguiente:

	Años después de plantar	Árboles que quedan	Raleados (talados) Árboles	Raleo Índice	Observac.
Plantación inicial	0	1.100	-	-	
1er. raleo	10	880	220	0,200	Extracción
2do. raleo	15	660	220	0,250	Venta mad.
3er. raleo	20	440	220	0,333	vea arriba
Tala principal	25	0	440	1,000	

En cuyo caso, los árboles se seleccionarán y se marcarán con antelación al raleo para que los árboles raleados sean distribuidos igualmente en el bosque con la atención puesta en los árboles defectuosos.

El raleo selectivo como aquí se describe es el método ideal, pero es difícil y costoso en la práctica.

### 3) Populus/Salix spp.

Los árboles del género Populus no forman una copa muy grande con ramas espesas como las plantas no coníferas generales. Por consiguiente, no requieren raleo siempre

que estén relativamente dispersos (4 m x 4 m ó 5 m x 5 m).

Según el informe de IPC (Comisión Internacional del Álamo), si árboles con una edad de corte de 10 años se plantan a un espaciamiento de 3 m x 3 m (1.111 piezas/ha) y se ralean en un 50% a los cinco años de plantarse, pueden conseguir un 9% de incremento en la rentabilidad bruta en comparación con los árboles plantados a un espaciamiento 4 m x 4 m (625 piezas/ha) sin ralear.

Si se desea incrementar la rentabilidad, el espaciamiento 3 x 3 (1.111 piezas/ha) con raleo será mejor. Si se desea reducir los costos omitiendo el raleo, será mejor elegir una plantación dispersa a un espaciamiento 4 x 4 (625 piezas/ha) o a un espaciamiento 5 m x 5 m (400 piezas/ha) sin ralear.

El tiempo de raleo será determinado por el diámetro a la altura del pecho (D.A.P.). Cuando el D.A.P. es de unos 20 cm, los árboles deberán ralearse. Esto se debe a que a unos 20 cm de diámetro a la altura del pecho la madera es comercializable. Tardarán entre 10 y 15 años para alcanzar dicho tamaño.

En este caso la rotación es de entre 20 y 25 años.

Para producir madera para contrachapado, la rotación deberá ser determinada por los años de proyección requeridos para que lleguen a 35 cm de D.A.P. o más por término medio, lo cual es ventajoso en términos de precio de venta.

## 1.8.2 Costo de Raleo

Se supone que los pinos serán raleados tres veces (a los 10 años, a los 15 años y a los 20 años después de plantar respectivamente). Las cosechas de madera de raleo se estiman en 16 m<sup>3</sup>/ha en el primer raleo, 32 m<sup>3</sup>/ha en el segundo y 53 m<sup>3</sup>/ha en el tercero.

Como los árboles se plantan a un espaciamiento de 3 m x 3 m, los tractores pueden pasar con lo que se pueden utilizar para el arrastre.

Aunque la madera de los raleos valen para leña, madera de pulpa, madera para cajas y madera de aserrío, el cálculo de los costos de raleo, aquí, se calculan en base a la producción de madera para pulpa.

### 1) Costos del Primer Raleo

#### i. Costos de raleo y trozado

##### Trabajadores y sueldos

Operador de sierra de cadena	1 persona	U\$S 8,7
Asistente de trozado	2 personas	U\$S 6,6
Producción diaria	8 m <sup>3</sup>	

##### Costos de producción

Costo de mano de obra	U\$S 15,3
Costo de combustible	U\$S 1,85

Aceite de cadena, etc.		U\$S 0,56
Alquiler de maquinaria		U\$S 1,63
Gastos directos totales		U\$S 19,34
Generales		U\$S 3,87
Total		U\$S 23,21
Costo por m <sup>3</sup>		U\$S 2,9

ii. Costos de arrastre

Trabajadores y sueldos		
Operador de tractor	1 persona	U\$S 8,6
Asistente de arrastre	1 persona	U\$S 6,6

Producción diaria 19 m<sup>3</sup>

Costos de producción		
Costo de mano de obra		U\$S 21,8
Costo de combustible		U\$S 3,28
Lubricante, etc.		U\$S 0,98
Alquiler de maquinaria		U\$S 10,10
Gastos directos totales		U\$S 36,16
Generales		U\$S 7,23
Total		U\$S 43,39
Costo por m <sup>3</sup>		U\$S 2,28

- Costos desde la corta hasta la finalización del arrastre U\$S 5,18/m<sup>3</sup>

- Notas - La sierra de cadena operará realmente durante dos horas al día.
- El consumo y el precio de combustible se han estimado a un litro/hora y U\$S 0,925/litro, respectivamente.
- Los costos de material incluido el aceite de cadena se supone que sumen el 30% de los costos de combustible.
- El alquiler de la sierra de cadena es U\$S 0,001147 por hora suponiendo que el precio de compra sea U\$S 710. El alquiler del tractor es U\$S 0,000347 por hora suponiendo que el precio de adquisición sea U\$S 19,400.
- El tractor será operado en realidad durante 1,5 hora al día.
- El consumo y precio de aceite ligero como combustible de tractor se estiman en 6 litros/hora y U\$S 0,364/litro.
- Los costos de material incluido el lubricante se espera que signifiquen el 30% de los costos de combustible.
- Los gastos generales se calcula que equivaldrán al 20% de los gastos directos.

2) Costos del Segundo Raleo

i. Costos de raleo y trozado

Trabajadores y sueldos

Operador de sierra de cadena	1 persona	U\$S 8,7
Asistente de trozado	2 personas	U\$S 6,6

Producción diaria 12 m<sup>3</sup>

Costos de producción

Costo de mano de obra	U\$S 21,9
Costo de combustible	U\$S 2,50
Accite de cadena, etc.	U\$S 0,75
Alquiler de maquinaria	U\$S 2,20
Gastos directos totales	U\$S 27,35
Generales	U\$S 5,47
Total	U\$S 32,82
Costo por m <sup>3</sup>	U\$S 2,74

ii. Costos de arrastre

Trabajadores y sueldos

Operador de tractor	1 persona	U\$S 8,6
Asistente de arrastre	2 persona	U\$S 6,6

Producción diaria 25 m<sup>3</sup>

Costos de producción

Costo de mano de obra	U\$S 21,8
Costo de combustible	U\$S 3,60
Lubricante, etc.	U\$S 1,08
Alquiler de maquinaria	U\$S 11,11
Gastos directos totales	U\$S 37,59
Generales	U\$S 7,52
Total	U\$S 45,11
Costo por m <sup>3</sup>	U\$S 1,80

- Costos desde la corta hasta la finalización del arrastre U\$S 4,54/m<sup>3</sup>

Notas - La sierra de cadena operará realmente durante dos horas al día.  
 - El resto de los supuestos son los mismos que en el primer raleo.

### 3) Costos del Tercer Raleo

#### i. Costos de raleo y trozado

Trabajadores y sueldos		
Operador de sierra de cadena	1 persona	U\$S 8,7
Asistente de trozado	2 personas	U\$S 6,6
Producción diaria	14 m <sup>3</sup>	
Costos de producción		
Costo de mano de obra		U\$S 21,9
Costo de combustible		U\$S 3,24
Aceite de cadena, etc.		U\$S 0,97
Alquiler de maquinaria		U\$S 2,85
Gastos directos totales		U\$S 28,96
Generales		U\$S 5,79
Total		U\$S 34,75
Costo por m <sup>3</sup>		U\$S 2,48

#### ii. Costos de arrastre

Trabajadores y sueldos		
Operador de tractor	1 persona	U\$S 8,6
Asistente de arrastre	2 persona	U\$S 6,6
Producción diaria	32 m <sup>3</sup>	
Costos de producción		
Costo de mano de obra		U\$S 21,8
Costo de combustible		U\$S 3,60
Lubricante, etc.		U\$S 1,08
Alquiler de maquinaria		U\$S 11,11
Gastos directos totales		U\$S 37,59
Generales		U\$S 7,52
Total		U\$S 45,11
Costo por m <sup>3</sup>		U\$S 1,42

- Costos desde la corta hasta la finalización del arrastre U\$S 3,90/m<sup>3</sup>

Notas - La sierra de cadena y el tractor operarán realmente durante 3,5 horas y 1,65 horas al día respectivamente.

- El resto de los supuestos son los mismos que en el primer raleo.

## 2. Operación de Explotación

### 2.1 Definición de la Operación de Explotación

Operación de explotación significa todo el proceso de tala de árboles y de trozado de rollos de tamaños especificados para recolectarlos y transportarlos al almacén de rollos y apilarlos según su longitud y diámetro.

La madera producida mediante dos sistemas: un sistema de operación directa en el que el propietario forestal mantiene mano de obra, maquinaria e instalaciones para producir madera, y un sistema contratado en la que la producción se confía a contratistas. Existe también un sistema de contrato parcial o sistema directo parcial que combina la operación directa con la contratación.

Aunque considerando ventajas e inconvenientes pueden seleccionarse cualquiera de los mencionados sistemas, deberá seleccionarse el sistema que ofrezca más ventajas en cuanto a los costos.

Si se examinan los sistemas de producción en vistas a los costos, se elegiría un sistema de operación directa cuando la entidad posea bosques comerciales de lo que se puede esperar una producción considerable a largo plazo.

A continuación se describe el sistema de operación directa.

#### 1) Tala y Trozado

Por tala y trozado se entiende la corta de los árboles, corta de ramas y trozado de los rollos por tamaños. También se incluye el descortezamiento necesario para producir postes eléctricos y madera de pulpa en las operaciones aquí explicadas.

Existen los tipos de tala y trozado siguientes:

- i. En el sitio donde los árboles se talan, se cortan las ramas y se trozan los rollos por tamaños y se extraen de los bosques (se conoce como tala ordinaria)
- ii. Las ramas y las partes superiores se cortarán en el sitio en que se hayan talado los árboles, y los rollos se extraerán de los bosques sin trozar (tala a larga longitud).
- iii. Los árboles talados y las partes superiores se extraerán de los bosques (tala de todo el árbol).

En el caso ii. y iii., los rollos largos y árboles enteros se llevarán al lado del camino desde donde se transportarán después de cortarles las ramas. Los dos tipos son seguros y eficientes pues las operaciones pueden realizarse en condición estable. El número de rollos o árboles extraído de los bosques será inferior al del tipo i. Se puede disponer de cortes para astillas de madera y leña y la preparación de la tierra será menos costosa después de la tala. Sin embargo, se necesitan tractores potentes para el arrastre y los trozos cortados que no se vendan pueden presentar un problema de

desecho.

En sistema de tala de árboles a gran longitud o completos no parece adaptarse a la tierra de Uruguay. Por consiguiente, sólo el sistema de tala ordinario se explicará a continuación.

## 2) Trozado

El trozado incluye la recolección y transporte de árboles talados y su apilamiento en una parcela específica. En algunos casos, a la recolección de los árboles se la puede llamar pretrozado para distinguirla de las operaciones posteriores llamadas trozado. Cuando se mecaniza el proceso principal, la recolección y el trozado se realizan simultáneamente y no se hace distinción. En este caso, la selección es apilar los rollos grandes en un lugar específico y cargarlos en el tractor o en el tren, operación llamada transporte de rollos. Los tractores o transportadores se utilizarán no solamente para el arrastre dentro de los bosques sino también para el transporte a larga distancia fuera de los bosques.

## 3) Apilamiento

El proceso final de la operación de explotación se llama apilamiento y los rollos extraídos se apilan en un sitio llamado parcela de rollos.

Cuando se venden los rollos en la parcela de rollos, pueden trozarse por uso, especies y longitud.

Se dice que el volumen de apilamiento por hectárea en la parcela es de 4.000 a 5.000 m<sup>3</sup> para el apilamiento mecanizado de 5 ó 6 m.

Deberá seleccionarse el sitio de parcela teniendo en cuenta que exista un buen drenaje, que el acceso a los caminos sea bueno para el transporte de los rollos y que no se encuentren expuestos a inundaciones ni fuegos.

## 2.2 Plan de Explotación

El arrastre por tractor suele ser adecuado en general a las condiciones de Uruguay, o sea, tierras llanas, cosecha de bosques artificiales, especies limitadas a eucaliptos, pinos, precipitaciones anuales de 1.300 mm o menos y otras condiciones del suelo y del terreno. A pesar de ser relativamente simple, deberá trazarse un plan de operaciones de explotación en dichas condiciones y examinándolas bien antes de su ejecución.

### 2.2.1 Reunión de Datos

#### 1) Datos sobre los Bosques

Dichos datos se obtendrán mediante estudios forestales en el sitio de tala. Incluyen un mapa del sitio, el área del sitio y el número y volumen de árboles por especies y clase de diámetro. En el caso de la madera para pulpa o rollos de raleo, son suficientes los datos del volumen bruto y el número de árboles.

2) Datos de Descripción de la Tierra

El sitio de tala, el punto de finalización de la operación, los caminos de explotación existentes y cortafuegos se ubicarán y se marcarán en el mapa. Se utilizará un mapa a gran escala como 1/10.000 dependiendo de la amplitud de la tala.

3) Datos de las Operaciones Anteriores

Cuando la operación de tala se ha realizado constantemente, los datos sobre el rendimiento real, incluidos el trabajo por persona y día de tala, trozado, puesta en parcela de almacenamiento, transporte y apilamiento, mano de obra, combustible y lubricante necesarios por metro cúbico de explotación, costos de reparación de la maquinaria, días de trabajo mensuales de los trabajadores y operación de las máquinas, etc. se considerarán al trazar el plan de explotación.

Si no existen datos anteriores, resultará útil visitar alguna oficina en la que se disponga de datos similares y utilizarlos de referencia.

4) Rendimiento Normal

Por rendimiento normal se entiende en silvicultura la cantidad de trabajo que un trabajador normal puede realizar de manera racional. El rendimiento normal no es siempre consistente con los trabajos diarios derivados de los datos arriba mencionados. Esto se debe a que las horas de trabajo diarias de rendimiento normal suelen ser 8 horas, pero el rendimiento real incluye trabajo extra; también habrá que considerar que las condiciones de trabajo y la habilidad y entusiasmo de los trabajadores varía de individuo a individuo.

En el sistema de trabajo a destajo, el rendimiento estándar es más racionalizable que el rendimiento real por negociaciones entre la administración y los trabajadores por precio unitario (salarios a destajo unitarios), pero se requiere el rendimiento real en la planificación de mano de obra.

En Uruguay, el rendimiento estándar de tala y explotación no se ha clasificado. Se recomienda la preparación de tablas en el futuro pues son indispensables en la planificación racional de la explotación.

5) Lista de Maquinaria

Se trata de una lista de la maquinaria y equipos que se poseen, con la descripción de ítems, normas, cantidades y necesidad de reparación. En cuanto a la maquinaria principal incluidos camiones, deberá prepararse un registro de máquinas que describa los tipos, fechas de compra, precios, datos de operación, datos de reparación, etc.

6) Otros Datos

Es conveniente realizar un estudio sobre la situación de la oferta y la demanda de trabajadores forestales, talleres de reparación más cercanos, condiciones climáticas locales, etc.

## 2.2.2 Estudio sobre el Terreno

En el estudio sobre el terreno es muy importante comprender bien la situación de los bosques en el sitio del proyecto. Esto conduce no sólo a la preparación del plan de explotación sino también al manejo de los proyectos siguientes.

Al iniciar el estudio el sitio se confirmará en mapas y fotografía aérea y comprenderá la topografía y la situación de los bosques. Este trabajo es relativamente sencillo en Uruguay cuya topografía es poco complicada y se trata de bosques casi artificiales. El paso siguiente es confirmar los límites entre plantaciones que habrán de talararse y las que no se talarán. El límite se clareará o los árboles que hayan de talararse de marcarán con pintura para que no se talen los árboles equivocados.

En los bosques los árboles se observarán en términos de crecimiento por especies y clase de diámetro, y la pendiente de la tierra para poder seleccionar un método adecuado de extracción de madera. Cuando se construye un camino secundario, deberá estudiarse la dificultad de la construcción. Para determinar el sistema adecuado de extracción de madera deberán compararse los costos y las máquinas y materiales disponibles, y la experiencia de los trabajadores así como la topografía local deberán ser considerados.

## 2.2.3 Determinación de un Sistema de Operación

### 1) Determinación del Sistema de Tala

Aunque existen tres tipos de tala, es decir tala normal, tala a larga longitud y tala del árbol entero como ya se ha mencionado, el sistema ordinario de tala es el más racional en Uruguay.

### 2) Determinación del Sistema de Arrastre

En vistas a la topografía, el suelo y el clima de Uruguay, un sistema de arrastre que utilice vehículos como camiones parece ser el más adecuado. Es igualmente posible utilizar tracción animal, teniendo en cuenta la escala del proyecto, máquinas y equipo disponibles, distancia de arrastre y habilidad de los trabajadores.

Cuando hay varios sistemas de arrastre utilizando las máquinas disponibles o en el mercado, se seleccionará un sistema que haga óptimas las operaciones de arrastre y que minimice los costos. Para lo cual es necesario comparar los costos estimados de varios sistemas de apilamiento en parcela. Por ejemplo, los costos puede compararse del modo siguiente:

Los costos de puesta en parcela pueden dividirse en costos variables que fluctúan con el trabajo y costos fijos que no se encuentran sometidos al trabajo. Estos últimos incluyen los costos de construcción y reparación de caminos secundarios y para camiones. Los costos variables, que incluyen los costos de mano de obra, consumo de combustible y alquiler de máquinas y reparación, se estimarán en precio unitario de rollos ordinarios por metro cúbico (Mientras que la depreciación se incluye en los costos fijos cuando se determina la duración, se incluye en los costos variables cuando se determina y se consideran las horas reales de uso). Antes de hacer la estimación de

los costos de puesta en parcela, se estimarán los trabajos diarios ( $m^3/día$  o  $ton./día$ ), y los costos de mano de obra, combustible, lubricante y otros ítemes consumidos, depreciación y reparación de la maquinaria y alquileres de remolques. Para hacer una estimación de los costos de arrastre se utilizará la fórmula siguiente:

Precio unitario = (costo de mano de obra por día + costos de consumo por día + depreciación por día + costos de reparación por día) / (trabajo por día) + (costos de maquinaria y material por  $m^3$  o tonelada)

Nota: Los costos de depreciación de la maquinaria y de las reparaciones en los bosques nacionales de Japón se estiman de acuerdo a la tabla de alquiler por hora de operación (vea el Apéndice).

#### 2.2.4 Trazado de Diferentes Planes

Si se determina el sistema de explotación adecuado mediante los mencionados planteamientos, será necesario trazar un plan de progreso mensual por proceso, un plan de mano de obra mensual, un plan de obtención de suministros y un plan de desembolso de acuerdo al sistema. El plan de progreso mensual deberá trazarse con referencia al rendimiento pasado, si es que existe precedente, pues se halla relacionado con la planificación de la mano de obra, ventas (o ingresos), adquisiciones, desembolso y asignación de camiones.

El propósito de dichos planes es facilitar la ejecución del proyecto que será realizado de acuerdo al programa, y tomar las medidas necesarias para ajustar la diferencia entre las operaciones planeadas y las reales, si existen, de modo que el proyecto pueda completarse sin problemas. Los resultados de los planes se reflejarán en planes futuros. Los planes se prepararán de forma simple y adecuada para dicho fin. Para su referencia se resumirán en el Apéndice los documentos y contenido de dichos planes.

### 2.3 Ejecución de la Operación de Explotación

#### 2.3.1 Tala y Trozado

##### 2.3.1.1 Tala

En Uruguay es posible talar durante todo el año. No obstante, la tala en el invierno cuando la savia no se mueve producirá madera de mejor calidad que cuando se realiza en verano. Las especies de crecimiento rápido como eucaliptos con rotación corta crecen más en verano y la tala por lo tanto resulta económicamente menos ventajosa. Por consiguiente, de diciembre a enero no es tiempo adecuado para la tala. Además, las condiciones de la mano de obra y del mercado de la madera deberán considerarse para determinar el tiempo de tala.

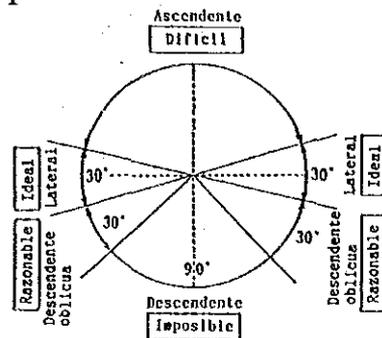
#### 1) Dirección de la Tala

La dirección de los árboles de tala deberá determinarse de antemano en base al estudio de campo no por los trabajadores sino por los supervisores en el sitio, considerando la topografía, la dirección de los vientos predominantes y las operaciones siguientes, para que los trabajadores se familiaricen.

Es evidente que deberá concederse mayor prioridad a la seguridad cuando se determine la dirección de la tala. Otra cosa importante es evitar el daño de i) los árboles talados, ii) árboles que queden y bosques adyacentes, especialmente plantaciones jóvenes, y iii) estructuras lindantes, si es que existen.

La dirección de la tala en laderas se clasifica en líneas generales como se muestra en la Fig. 2-1.

Fig. 2-1



La tala hacia abajo en ladera es más fácil y segura, pero el impacto de la tala es mayor y puede que dañe a los árboles.

Por otra parte, la tala lateral es inestable y puede ser peligrosa para las operaciones siguientes como por ejemplo la corta de las ramas.

La tala inclinada tiene poco impacto y tiene mayores posibilidades de no dañar los árboles. Es lo suficientemente estable como para permitir la corta de ramas y trozado más sencillo y es menos peligrosa. Por consiguiente, la dirección ideal es oblicua. Los árboles deberán talarse evitando salientes como las raíces de los árboles talados y rocas en dicha dirección, si es que existen. Para lo cual, la profundidad y dirección del corte deberá cambiarse en respuesta a la forma de los árboles, y a la dirección y velocidad del viento, y se utilizarán cuñas si es necesario.

## 2) Muesca de guía

Antes de talar se hará una muesca de guía en la base del árbol en la dirección de la tala. Esto se hace para asegurar que la tala se realiza en la dirección adecuada, para mitigar el impacto de la tala mediante la reducción de la velocidad de caída de los árboles y para evitar que el tronco de los árboles se agrieten y la salida del corazón. Para esto, los árboles deberán cortarse honda y ampliamente por debajo.

A veces en Uruguay se talan los árboles sin muesca de guía pues la tierra es plana y donde los árboles talados son relativamente pequeños en bosques artificiales. Es sin embargo preferible convertir en norma la muesca de guía a una profundidad de un cuarto del diámetro o mayor incluso aunque se talen árboles de 30 cm de diámetro o menos.

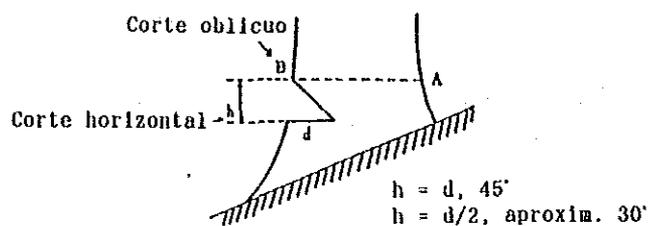
i. Posición y Ángulo de la Muesca de Guía

La utilización de la madera y el valor alto de mercado requieren que la tala sea lo más cercana posible al suelo.

La posición de la muesca de guía se determinará en base a la posición del corte posterior. Un ángulo de entre 30 y 45° es lo normal.

En operación real, determinar primero la línea de tala AB como se muestra en la Fig. 2-2 y luego la profundidad de muesca de guía (d). A continuación corte el árbol horizontalmente a la profundidad (d) o (d/2) más abajo del punto B, y corte oblicuamente desde el punto B. Como resultado, se hará una muesca de guía con la profundidad (d) a un ángulo de entre 30 y 45°.

Fig. 2-2



ii. Procedimiento de Muesca de Guía

En el orden de tala, la muesca de guía suele ser seguida por el corte posterior. Cuando un árbol en dirección oblicua debe talarse en la dirección contraria al centro de gravedad, o cuando sopla viento de frente, el corte posterior puede hacerse primero hasta el punto que pueda meterse una cuña y luego se hará la muesca de guía. Después de eso, el corte posterior se hará más grande. Si no se hacen en este orden, la sierra puede quedar oprimida por el árbol cuando se realiza el corte posterior.

Las raíces que se extienden, si hay, se cortarán antes de realizar la muesca de guía. Se hará primero un corte posterior horizontal y luego un corte posterior oblicuo después de confirmar la profundidad del corte posterior horizontal. Si se hace primero el corte oblicuo posterior, la sierra puede quedar oprimida por el árbol al hacer el corte posterior horizontal y la profundidad del corte puede ser inadecuada.

## 2) Corte posterior

Cuando se completa la muesca de guía, se hará un corte posterior desde el lado opuesto después de confirmar la dirección y la profundidad del mismo.

Para realizar un corte posterior se cortará cerca la parte superior de la muesca de guía en ángulo recto al centro del árbol.

Si el corte posterior es adecuado, será suficiente con cortar la parte que queda como se muestra en la Fig. 2-3. Si no es adecuado, será preciso volver a cortar el total de la sección transversal desde la línea de puntos como se muestra en la Fig. 2-4. Y esto no sólo implica pérdida de mano de obra, sino que puede que haga caer el árbol en la dirección equivocada.

Fig. 2-3

Corte Posterior Correspondiente a la parte superior de muesca de guía

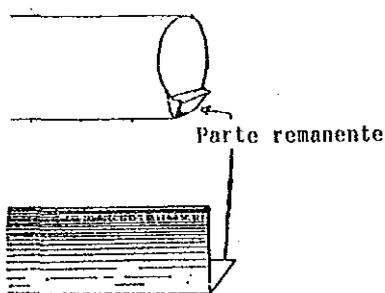
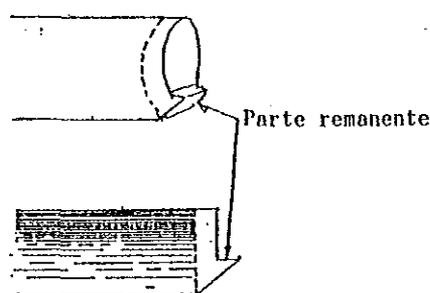


Fig. 2-4

Corte Posterior Bajo



El método del corte posterior depende de la relación entre el largo de la barra de la sierra de cadena y el diámetro del árbol.

### i. Barra más Larga que el Diámetro

Que es en la mayoría de los casos en Uruguay.

- Si el árbol es pequeño, ponga el "spike" en el punto A y corte de 1 a 5 de una sola vez como se muestra en la Fig. 2-5.
- Si el árbol es relativamente grande en diámetro o 70% del largo de la barra o más, ponga el "spike" en el punto A para cortar 1 y 2 primero, y luego corte 3 y 4 sin mover la parte superior de la barra y desplace el "spike" hasta el punto B para cortar 5 y 6 como se muestra en la Fig. 2-6.

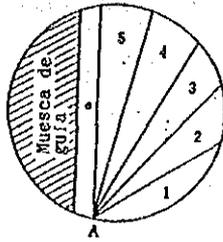


Fig. 2-5

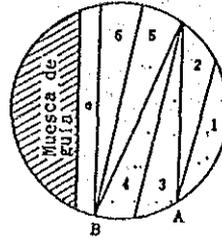


Fig. 2-6

- ii. Si la barra es más corta que el diámetro del árbol, ponga el "spike" en el punto A para cortar de 1 a 4 primero, y luego corte de 5 a 9 moviendo la sierra de cadena.

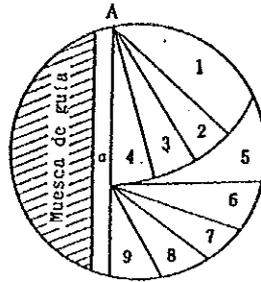


Fig. 2-7  
Muesca de guía

Puede notarse que la sierra de cadena puede hacerse lenta cuando se hace un corte posterior. Es una señal de que el árbol está oprimiendo la cadena y de que debería usarse una cuña de modo efectivo lo más pronto posible.

- iii. En el corte posterior normal, la parte (a) (parte que queda) como se muestra en las Figs. 2-5 a 2-7 deberá hacerse con el mismo ancho a ambos lados. Si alguno de los dos lados es mayor, el árbol podría ser talado en la dirección equivocada en la que (a) es más amplio. Si se corta mucho el lado opuesto al operador de la sierra de cadena, el árbol podría caer hacia adelante hacia el operador. Deberá tenerse mucho cuidado.

El procedimiento de tala puede limitar la dirección de la tala. Dicha limitación es para reducir la tendencia de los árboles a caer hacia el centro de gravedad y que caigan en la dirección deseada.

El procedimiento de tala en caso de que el centro de gravedad del árbol esté oblicuo se explicará como tala especial. Si la oblicuidad no es tan extrema, se tiene el procedimiento siguiente: si el centro de gravedad está en el lado del valle (el lado inferior de la figura) y se desea que el árbol caiga oblicuamente en dirección E, haga una muesca de guía como se muestra en la figura, haga un corte posterior hasta el límite de la línea CD y utilice la cuña B fuertemente. Como resultado, el árbol caerá oblicuamente en la dirección deseada E.

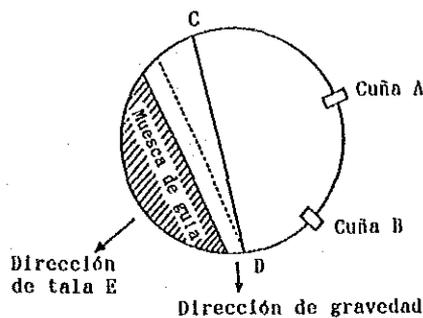


Fig. 2-8

#### iv. Procedimiento de Tala en Casos Especiales

Como casos especiales se explicará el tratamiento de árboles suspendidos y la tala de árboles bifurcados.

- El tratamiento de árboles suspendidos se considera el más peligroso en el proceso de tala. La manera más segura de tratamiento utilizando instrumentos para tirar se explicará a continuación. Si el tronco no está completamente cortado del tocón, corte la parte que quede primero y luego enrolle un cable metálico empalmado en anilla alrededor de la base del árbol suspendido como se muestra en la Fig. 2-9.

El paso siguiente es poner una polea en el árbol o tocón en ángulo recto al tronco del árbol suspendido y fije un instrumento de tiro de tal manera que el cable metálico que está en la polea forme un ángulo de  $90^\circ$  o más.

Una vez que todo este preparado de esta manera, tire del cable metálico operando el instrumento para girar el tronco. Si el árbol suspendido comienza a caer, escape lo más lejos posible del instrumento.

Modo de cortar un árbol suspendido con Instrumentos de tiro



Fig. 2-9

- Suponiendo que el árbol A como el árbol bifurcado en la Fig. 2-10 sea más fácil de talar, haga una muesca de guía (a) en la parte inferior del árbol. A continuación, corte la parte (b) verticalmente por un punto ligeramente inferior que la parte superior de (a). Empuje en la muesca de guía desde el nivel (c) para talar el árbol. Cuando el árbol A esté talado, el árbol B deberá cortarse de la manera normal.

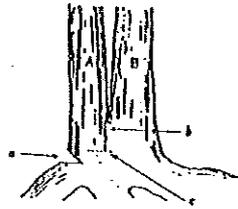


Fig. 2-10

Como un árbol puede ser talado en la dirección equivocada, o el árbol talado puede rodar por una pendiente empinada, dos trabajadores no deben talar simultáneamente un árbol en la parte superior e inferior de la ladera, ni ningún otro trabajador no debe talar árboles dentro de un radio de aproximadamente 1,5 vez la altura del árbol que se tale.

### 2.3.1.2 Trozado

La operación de trozado incluye la corta de las ramas, medición, división y descortezado de los árboles talados.

Cuando se realiza el trozado en el sitio de tala, habrá que cortar de antemano los arbustos y ramas que estorben.

#### i. Corta de ramas

A los árboles talados se les cortarán las ramas desde la parte inferior a la parte superior en paralelo a la superficie del tronco. Al hacerlo deberá tenerse cuidado de que el hacha ni la sierra de cadena corten la superficie.

Las ramas gruesas, largas y pesadas se cortarán primero por la mitad y luego se cortarán por el nudo.

Las ramas en la parte inferior del árbol talado se cortarán girando los rollos después de dividir.

La corta de las ramas montándose en el árbol caído es inestable y peligroso, por lo que deberá evitarse siempre que sea posible.

Las instrucciones de la operación de corta de ramas se enumeran en el Apéndice 2.1.

ii. Medición del largo del árbol talado y marcado de los puntos de trozamiento.

Normalmente se utiliza una vara para medir el largo del árbol talado. Los árboles derechos se medirán paralelo al corazón del árbol, mientras que los árboles curvos se medirán en la menor longitud como se muestra en la Fig. 2-11.

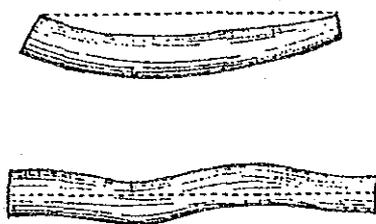


Fig. 2-11 La Línea de Puntos Indica el Largo

Después de medir se marcarán los puntos de trozado.

Los defectos como podredumbre y abultamiento de base se quitarán de acuerdo al uso y propósito para no disminuir el valor de la madera.

iii. División

Los árboles talados se dividirán en tamaños específicos. Se aserrarán en el punto marcado en ángulo recto al corazón del árbol. Cuando es un árbol en una ladera, el trabajador deberá hacerlo desde la parte superior de la ladera. Si tiene que trabajar en la parte inferior del árbol por alguna razón, deberá tomar las medidas apropiadas para estabilizar el árbol como por ejemplo por medio de un tocón.

Para el corte posterior, el método de división depende del largo de la barra utilizada y del diámetro del árbol talado.

a. Barra más larga que el diámetro

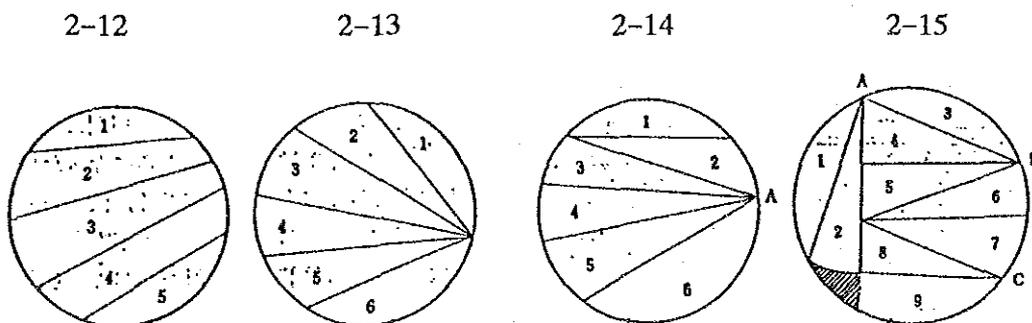
En el caso de árboles pequeños, los cortes de 1 a 4 se hacen sin utilizar el "spike" pero con la parte superior de la barra ligeramente hacia abajo, y el

corte 5 con la sierra de cadena como se muestra en la Fig. 2-12.

Si el diámetro del árbol es la mitad de largo que la barra o más, utilice el "spike" en la parte frontal inferior del árbol, corte hacia abajo de 1 a 5 y corte 6 con la sierra de cadena como se muestra en la Fig. 2-13. O corte 1 y 2 sin utilizar el "spike" primero, y luego utilice el "spike" en el punto A como se muestra en la Fig. 2-14 y corte la parte que queda de la misma manera.

b. Barra más corta que el diámetro

Utilice el "spike" en el punto A en la parte delantera del árbol, corte 1 y 2, desplace el "spike" al punto B con corte 3 para cortar 4 y 5 y desplace el "spike" hasta el punto C con corte 6 y 7 para cortar 8 como se muestra en la Fig. 2-15. La parte 9 se cortará con la cadena, pero si la parte es más larga que la barra, corte la parte sombreada del lado opuesto primero y luego corte la parte que quede del lado anterior.



Figs. 2-12 a 2-15

Modo de Utilización de la Sierra de Cadena para Cortar

Si la sierra de cadena tiene una barra precisa y bien afilada y tensada adecuadamente, cortará el árbol naturalmente sin fuerza especial. La división de los árboles plantados requiere tan sólo un apoyo ligero para no cambiar la dirección de la barra. De cualquier manera, no presione la sierra.

iv. Descortezamiento

Los rollos para postes eléctricos y para madera de pulpa requieren descortezado. En Uruguay, los rollos para madera de pulpa suelen descortezarse manualmente en el sitio de tala. El descortezado manual utiliza hachas y herramientas de descortezado, que se muestran en las Figs. 2-16 y 2-17.

En primer lugar raspe la corteza con un hacha de mano a lo largo del tronco. Como en el caso del corte de las ramas, raspe el lado contrario y la parte superior del rollo. No vuelva la hoja hacia Ud. Luego presione el corte de la herramienta de descortezado como se muestra en la Fig. 2-16 entre la corteza y el tronco y quite la corteza. Una herramienta como la que se muestra en la Fig. 2-17 se utiliza para quitarles la corteza

a rollos con corteza relativamente gruesa. Tire del mango hacia Ud. para descortezar rollos.

Los rollos pueden descortezarse fácil y eficientemente varios días después de dividir en la estación en la que fluya más savia.

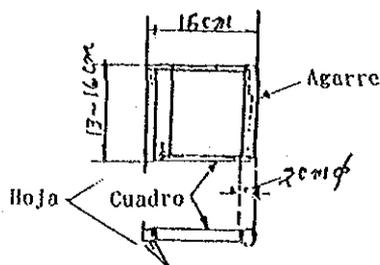
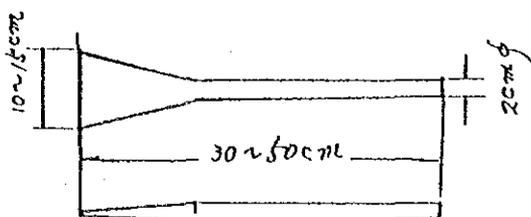


Fig. 2-16 Herram. para dos manos Fig. 2-17 Herram. para una mano

#### v. Selección de las Especificaciones de la Sierra de Cadena

En Uruguay, donde se talan bosques artificiales y los diámetros a la altura del pecho suelen ser inferiores a 40 cm, la sierra de cadena adecuada es de tamaño medio con un desplazamiento de 40 a 40 cm y una barra de entre 40 y 50 cm de larga.

Deberá elegirse un modelo con pocas vibraciones siempre que sea posible y para evitar que las vibraciones causen lesiones.

Las instrucciones para la sierra de cadena se muestran en el Apéndice 2.2.

#### 2.3.1.3 Costos de Tala y de Trozado

Los costos de producción de madera dependen de las especies de los árboles, longitud y descortezamiento. En esta sección se describirán los costos de producción de rollos de madera de pino para madera de aserrío y madera de eucalipto para pulpa y combustible.

##### 1) Rollos de Pino para Madera de Aserrío

Condiciones de trabajo	Topografía: generalmente plana Largo del rollo: 3,3 - 4,2 m	
Trabajadores	Operador de sierra de cadena Ayudante de trozado (corta de ramas, desecho, medición) Total	uno dos  tres
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de sierra de cadena Ayudante de trozado	8,7 6,6

Producción diaria	18 m <sup>3</sup>
Costos de producción (U\$S)	
Personal	
Operador de sierra de cadena	8,7
Ayudante	6,6 x 2 = 13,2
Total	21,9
Costos de Maquinaria por día (sierra de cadena)	
Costo de combustible	3,7
Aceite de cadena	1,11
Alquiler de la máquina (ver nota)	3,26
Total	8,07
Gastos directos	29,97
Gastos generales	5,99
Total	35,96
Costo por m <sup>3</sup>	2,00

Nota: Supuesto al hacer la estimación de costos

- Ocho horas diarias de trabajo
- Cuatro horas de operación de la sierra de cadena; el consumo de combustible por hora es 1 litro; el combustible es una mezcla de gasolina y lubricante y los costos U\$S por litro se estiman en 0.925.
- Los costos de material incluido el aceite de cadena suman el 30% del costo de combustible.
- La sierra de cadena cuesta \$710 y el alquiler por hora es 0,001147.
- Los gastos generales suman el 20% de los gastos directos.

## 2) Rollos de Eucalipto para Madera de Pulpa

Condiciones de trabajo	Topografía: generalmente plana Largo del rollo: 2,2 - 2,4 m Desc.
Trabajadores	Operador de sierra de cadena           uno Ayudante de trozado                    dos Descortezado                            cuatro Total                                        siete
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de sierra de cadena           8,7 Corta de ramas, otros                   6,6
Producción diaria	24 m <sup>3</sup>
Costos de producción (U\$S)	
Personal	
Operador de sierra de cadena	8,7
Ayudante	6,6 x 6 = 39,6
Total	48,3

Costos de Maquinaria por día (sierra de cadena)	
Costo de combustible	4,07
Aceite de cadena	1,22
Alquiler de la máquina (ver nota)	3,58
Total	8,87
Gastos directos	57,17
Gastos generales	11,43
Total	68,60
Costo por m <sup>3</sup>	2,86

Nota: Supuesto al hacer la estimación de costos

- Las horas de operación de la sierra de cadena se estiman en 4,4.
- El resto de los supuestos son los mismos que en la Nota anterior.

### 3) Madera Combustible de Eucalipto

Condiciones de trabajo	Topografía: generalmente plana Largo del rollo: 1 – 1,1 m Diámetro: 8,5 cm o más	
Trabajadores	Operador de sierra de cadena Ayudante de trozado (limpieza de rama)	uno uno dos
Total		dos
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de sierra de cadena Ayudante de trozado	8,7 6,6
Producción diaria		16 m <sup>3</sup>
Costos de producción (U\$S)		
Personal	Operador de sierra de cadena Ayudante Total	8,7 6,6 15,3
Costos de Maquinaria por día (sierra de cadena)		
Costo de combustible		4,44
Aceite de cadena		1,33
Alquiler de la máquina (ver nota)		3,91
Total		9,68
Gastos directos		24,98
Gastos generales		5,00
Total		29,98
Costo por m <sup>3</sup>		1,87

Nota: Supuesto al hacer la estimación de costos

- Las horas de operación de la sierra de cadena se estiman en 4,4.
- El resto de los supuestos son los mismos que en la Nota anterior.

## 2.3.2 Arrastre

### 2.3.2.1 Clasificación de la Operación de Arrastre

La operación de arrastre puede clasificarse en varias categorías: tracción animal, tractor, remolque, etc. Puede igualmente clasificarse por sistema como ya se ha dicho: ordinario, de árbol largo o de árbol entero.

Dichos métodos y sistemas vendrán determinados por las condiciones de la plantación, sistemas de trabajo, distancia hasta el depósito y circunstancias de la gestión. En Uruguay el arrastre de árbol largo o de árbol completo no parecen ser adecuados. Por consiguiente, dicho arrastre y sistema se omitirán de las explicaciones.

#### 1) Tracción animal

Aunque generalmente se pueden utilizar caballos y ganado vacuno en el arrastre, en Uruguay suelen utilizarse solamente caballos. Los instrumentos utilizados con los caballos son pequeñas rastras de hierro y trineos de carga ordinarios. Un caballo tira de la rastra que no tiene capacidad para más de dos rollos. Los méritos de las rastras son la facilidad de carga y la poca presión que hacen sobre suelos frágiles al arrastrar. No obstante, dicho método es insuficiente para arrastre a larga distancia por su pequeña capacidad.

Los trineos ordinarios de arrastre son adecuados para el transporte a larga distancia pero requieren dos o tres caballos que tiren de ellos y unas dos personas para cargar. La resistencia al tiro, grande en terrenos frágiles, dificulta el transporte.

Los caballos deberían ser lo suficientemente fuertes para el arrastre de cargas pesadas, pero como en Uruguay se utilizan caballos normales de montar. Parecería que habría que limitar su uso a operaciones previas al arrastre y a transporte de poco volumen.

#### 2) Arrastre con Tractor

##### i. Método de arrastre

El arrastre con tractor en Uruguay es considerablemente diferente del que se realiza en otros países, donde el arrastre se ejecuta de modo que un extremo del rollo cuelgue a veces del arco integral fijo a la parte posterior del tractor, o que un extremo sea montado en la parte posterior del tractor, mientras que el otro va al suelo. En Uruguay, por una parte, los rollos suelen cargarse en un remolque conectado a un tractor para su transporte.

Dicha diferencia se atribuye a las condiciones de las plantaciones en Uruguay cuya tierra suele ser llana y el suelo no es frágil, está bien drenado y no es cenagoso. Los árboles talados están en los bosques artificiales y son pequeños. Las especies y los diámetros suelen ser homogéneos. Dichas condiciones son adecuadas para el transporte con remolque. Comparado con el arrastre por el suelo, la resistencia de tiro del arrastre con remolque es lo suficientemente pequeña para que los tractores agrícolas puedan transportar una gran cantidad de rollos con poco desperdicio. En dicha situación parece adecuado continuar

el método de arrastre actual en el futuro.

ii. Carreteras secundarias

Los bosques uruguayos suelen estar ubicados en tierra llana cuyo suelo es estable. En muchos casos, por consiguiente, el arrastre es posible sin construir caminos secundarios para tractores pero sólo se dejan tocones lo más bajos posible y se quitan los obstáculos para que los tractores puedan funcionar. En tierra inclinada, por otra parte, la capacidad de subida y de funcionamiento en terrenos inclinados es menor. En las laderas deberán construirse caminos secundarios.

Dichos caminos deberán construirse desde el punto de vista de la seguridad y eficiencia funcional y deberán tomarse las precauciones siguientes:

- Las elevaciones y los cambios de elevación deberán siempre evitarse en lo que sea posible. Las curvas abruptas deberán evitarse.
- Cuando el camino secundario cruza la falda de una sierra, la superficie del camino deberá hacerse, por norma, mediante cortes de la misma.
- El ancho del camino deberá ser 1,2 veces o más que la anchura del tractor o el remolque, las curvas deberán ampliarse según sean las condiciones.
- La pendiente (pendiente máxima) del camino secundario para los tractores deberá estar dentro del límite de 10 grados para que el arrastre con remolque sea seguro. Ningún camino secundario deberá tener una pendiente cercana al máximo en secciones largas de 50 m o más. Deberán proveerse secciones más suaves antes y después de los caminos que tengan una pendiente cercana al máximo permisible, y no deberán construirse curvas de radio pequeño, antes y después de dichas secciones.
- Las formas de los caminos que se muestra en la Fig. 2-18 deberán seguirse siempre que sea posible pues los tractores requieren gran espacio y mucho tiempo para girar en el sitio de carga y de descarga.
- La superficie del camino deberá ser, en general, llana.

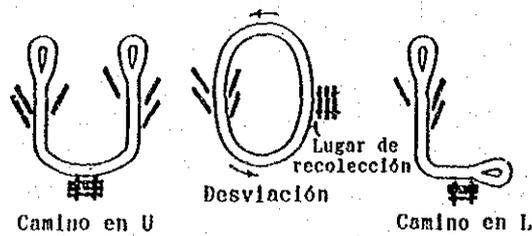


Fig. 2-18

Las instrucciones para el arrastre por tractor se enumerarán en el Apéndice 2.3.

### 3) Arrastre por transportador

En el norte de Europa se desarrolló un transportador como medio de arrastre por grúa conectada a un remolque y éste a un tractor agrícola.

El transportador es sumamente productivo y eficiente pues la carga, la descarga y el transporte de rollos puede realizarse con tan sólo una máquina y unas cuantas personas. Este método lo han empleado las mayores compañías de Uruguay.

El transportador es de dos tipos, uno es una combinación de grúa con grapo hidráulica y un remolque conectado a un tractor agrícola; y el segundo tipo fue diseñado y manufacturado específicamente para la silvicultura, y el cuerpo consta de una bastidor articulado y una grúa con grapo montada en la parte posterior de la cabina del conductor.

Las instrucciones para el arrastre por transportador, especialmente carga y descarga son similares a las que se muestran en las Instrucciones del Apéndice 2.3 para Arrastre por Camión.

Aunque el arrastre mediante transportador lo puede hacer el conductor solo, es preferible emplear un asistente para cargar y descargar rollos eficientemente.

Dependiendo de las condiciones de trabajo, el volumen diario de arrastre por transportador se estima entre 150 y 200 m<sup>3</sup> en Uruguay.

#### 2.3.2.2 Costos del Arrastre

El arrastre por tractor es el método más normal en Uruguay, los costos de arrastre se describirán con respecto a los rollos de pino para madera de aserrío y madera para pulpa y madera combustible de eucalipto.

##### 1) Rollos de Pino para Madera de Aserrío

Condiciones de trabajo

Topografía: generalmente plana

Largo del rollo: 3,3 - 4,2 m

Trabajadores	Conductor de tractor	uno
	Ayudante de arrastre (carga, apilamiento)	cuatro
	Total	cinco
Volumen de arrastre por día		40 m <sup>3</sup>
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de tractor	8,6
	Ayudante de arrastre	6,6
Costos de producción (U\$S)		
Personal	Operador de tractor	8,6
	Otros	6,6 x 4 = 26,4
	Total	35,0
Costos de Maquinaria por día (tractor)		
Costo de combustible		4,37
Lubricante y otros materiales		1,31
Alquiler de la máquina		13,46
Subtotal		19,14
Gastos directos		54,14
Gastos generales		10,83
Subtotal		64,97
Costo por ton.		1,62

Nota: Supuesto al hacer la estimación de costos

- Ocho horas diarias de trabajo
- La capacidad de carga de un tractor es de 4 m<sup>3</sup>
- La frecuencia de arrastre es de 10 veces al día.
- Las horas reales de operación son 2, suponiendo que la velocidad media del tractor sea de 4 km/h y el tiempo libre sea de 30 minutos.
- El consumo de combustible por hora es de 6 litros y el combustible es gasoil que cuesta \$0,364 por litro.
- Los costos de lubricante y otros materiales suman el 30% del costo de combustible.
- Un tractor cuesta \$19.400 y el alquiler por hora es 0,000347.
- Los costos generales suman el 20% del total de gastos directos.

## 2) Pulpa de Eucalipto y Madera Combustible

Condiciones de trabajo	Topografía: generalmente plana	
	Largo del rollo: 1 – 2,2 m	
	Diámetro: 8 cm o más	
Trabajadores	Conductor de tractor	uno
	Ayudante de arrastre (carga, apilamiento)	dos
	Total	tres
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de tractor	8,6

	Ayudante de arrastre	6,6
Volumen de arrastre por día		40 m <sup>3</sup>
Costos de producción (U\$S)		
Personal		
	Operador de tractor	8,6
	Otros	6,6 x 2 = 13,2
	Total	21,8
Costos de Maquinaria por día (tractor)		
Costo de combustible		4,37
Lubricante y otros materiales		1,31
Alquiler de la máquina		13,46
Subtotal		19,14
Gastos directos		40,94
Gastos generales		8,19
Subtotal		49,13
Costo por ton <sup>3</sup>		1,23

Nota: Ver la nota anterior

## 2.4 Transporte de Rollos

Los rollos son transportados por camión o vagón de mercancías en Uruguay. A pesar de que cuesta menos, el transporte por ferrocarril requiere transbordo más frecuente y se requieren más días para la asignación del tren. Ésta es la razón por la que predomina el transporte por camión.

### 2.4.1 Transporte por Camión

Uruguay dispone de buenas autopistas nacionales para el transporte de rollos por camión. Las carreteras departamentales también suelen tener anchura, aunque algunas no están bien reparadas. La mayor parte de los caminos forestales suelen ser llanos y el suelo está en buenas condiciones para su uso por camiones. No obstante, puede que se necesiten nuevos caminos forestales según sea la topografía y las condiciones del terreno.

#### 1) Construcción de Caminos Forestales

##### i. Plan de Caminos Forestales

Comparando el costo de construcción de un camino nuevo con los costos de arrastre, será requerido determinar que sistema de explotación resulta más económico, transporte por camión en la extensión de los caminos existentes o transporte por tractor hasta llegar a los caminos existentes (vea Apéndice).

El ancho de camino forestal será determinado teniendo en cuenta la cantidad de rollos y el tamaño del camión.

ii. Estructura de las Carreteras Forestales

Como no hay regulaciones técnicas sobre los caminos forestales en Uruguay, las regulaciones de Japón en los caminos de los bosques nacionales se enumerarán en el Apéndice 2.4 con respecto a la velocidad, ancho, margen del camino, radio de curva y cuesta.

2) Transporte por Camión

i. Carga, Descarga y Apilamiento

En Uruguay, mientras que los rollos cortos para leña suelen ser cargados manualmente en el camión, los rollos pesados para materiales de la construcción y postes eléctricos suelen cargarse con grúa con grapo, camión grúa o grúa transportadora.

Los rollos se cargan manualmente y se sujetan al camión y se descargan y apilan usando la grúa ya mencionada. En algunos casos, un camión con mecanismo de descarga hidráulica se utiliza para descargar los rollos de una vez en el lateral del vehículo o detrás del mismo.

Los rollos se apilan manualmente o mediante el uso de grúa. Resulta efectiva también la utilización de un horquilla de carga u horquilla elevadora.

Las instrucciones para la carga y la descarga son similares a las que se muestran en el Apéndice 2.3.

En Uruguay no se utilizan cabrestantes como herramienta de carga y es posible hacer la carga sin máquinas tan caras como las grúas con grapo.

ii. Selección de Camión

Existe una amplia gama de camiones pequeños para el transporte de rollos desde una capacidad de una tonelada a grandes remolques con capacidad de 30 toneladas según sea el tipo de rollo, volumen, distancia y condiciones de la ruta.

A la hora de seleccionar el camión adecuado suelen ser ventajosos los camiones grandes en términos de costo para el transporte a distancias largas de cargas grandes por carreteras en buen estado.

iii. Carga en Camión

Los rollos cortos para madera de pulpa y madera combustible se cargarán en ángulo recto a la dirección de marcha, o sea, carga lateral. En este caso, se necesitará algo para sujetar los rollos para que no se caigan de la plataforma. Los rollos en la parte posterior de la plataforma deberán ser cargados longitudinalmente y atados con sogas para que no se suelten.

En cuanto a materiales de la construcción y postes eléctricos, se pondrán largueros en el suelo de la plataforma para proteger el suelo y asegurar una carga estable de los rollos curvados. Se fijará una barra con un pasador después de instalar la caja de metal en el extremo del larguero desde el lado de la plataforma. Los rollos pueden descargarse con seguridad si se coloca el pasador de tal manera que se pueda sacar desde el lado opuesto del cuerpo. Los rollos deben asegurarse con cadena y afianzador y amarrarse firmemente para evitar que se caigan.

#### 2.4.2 Transporte por Ferrocarril

##### 1) Transporte por Ferrocarril

Como ya se ha dicho, el transporte por camión suele ser ventajoso dentro del país pues el transporte por ferrocarril suele requerir trasbordos más frecuentes y mucho tiempo de espera hasta la asignación del tren. Sin embargo, los camiones no siempre resultan ventajosos en el transporte de rollos para la exportación, que suelen requerir transporte a larga distancia desde el distrito productor hasta el puerto de embarque.

En ese caso, los ferrocarriles desempeñan un papel importante en el transporte de rollos a larga distancia en cantidades y se espera que los costos se reduzcan en el futuro.

##### 2) Medidas de Promoción de los Transportes por Ferrocarril

Una medida para fomentar el transporte de rollos por ferrocarril es la racionalización del transbordo.

El transbordo de rollos puede racionalizarse atando los rollos con una banda de metal o utilizando contenedores de rollos. La Fig. 2-19 muestra un contenedor hecho de hierro para madera de pulpa que pueden reducir muchísimo los trabajos de carga y de descarga. Los productos son cargados y descargados mediante grúa y mientras se transbordan con horquilla elevadora.

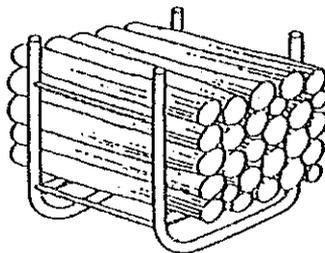


Fig. 2-19 Contenedor de Tubo de Hierro para Madera de Pulpa

### 2.4.3 Costos de Transporte

#### 1) Costos de Carga en Camión

Los costos de carga en camión de rollos apilados en el predio mediante grúa con grapo se estimaron del modo siguiente:

##### i. Carga con Grúa con Grapo

Condiciones de trabajo	Madera de aserrío, madera de pulpa, postes eléctricos, etc.	
Trabajadores	Operador de grúa	uno
	Ayudante de carga	uno
	Total	dos
Salario/persona-día (U\$S)	Operador de grúa	8,6
	Ayudante de carga	6,6
Volumen de carga por día		150m <sup>3</sup>
Costos de producción (U\$S)		
Personal		15,2
Costos de Maquinaria por día (grúa de almeja)		
Costo de combustible		8,74
Lubricante y otros materiales		2,62
Alquiler de la máquina		59,65
Subtotal		71,01
Gastos directos		86,21
Gastos generales		17,24
Subtotal		103,45
Costo por m <sup>3</sup>		0,69

Nota: Supuestos al hacer la estimación de costos

- Ocho horas diarias de trabajo
- Las horas reales de operación de la grúa serán 8
- El consumo de combustible por hora es de 4 litros y el combustible es gasoil que cuesta \$0,364 por litro.
- Los costos de lubricante y otros materiales suman el 30% del coste de combustible.
- En cuanto al alquiler de la maquinaria, un tractor equipado con una grúa con grapo cuesta \$34.400 y el alquiler por hora es 0,000289.
- Los costos generales suman el 20% del total de gastos directos.

##### ii. Carga Manual de Madera de Pulpa y Madera Combustible

Condiciones de trabajo	Carga de madera combustible y madera de pulpa	
Trabajadores		cuatro
Salario/persona-día (U\$S)		8,6
Volumen de carga por día		50m <sup>3</sup>

Costos de producción (U\$S)	
Costos de personal	6,6 x 4 = 26,4
Cargos	5,28
Total	31,68
Costo por m <sup>3</sup>	0,63

2) Costos de Transporte por Camión

Los costos de transporte de rollos por camión varía con el volumen de la carga y con el tamaño del vehículo utilizado. En Uruguay no existen regulaciones sobre precios oficiales de transporte por camión. Como referencia, el precio básico de una empresa (a finales de 1988) se ofrecerá en la tabla.

3) Costos de Transporte por Ferrocarril

El precio unitario de transporte por ferrocarril (por km y ton.) en Uruguay varía con el tipo y volumen de la carga, distancia y estación.

El costo medio de transporte de mercancías generales en 1989 es de 3,2 céntimos (U\$S)/km-ton. La carga de rollos es 2,2 céntimos como mínimo y 2,75 céntimos como máximo.

### 3. Manejo Forestal

#### 3.1 Sistema de Manejo Forestal (tratamiento los bosques)

##### 3.1.1 Tipo de Manejo Forestal

Existen maneras diversas de tratar a los bosques, o sea, sistemas de manejo forestal que dependen de las condiciones naturales y socioeconómicas en las que los bosques están situados.

El sistema de manejo forestal consiste de tres componentes o especies de árboles, sistema de operación (tala/sistema de regeneración) y edad de cosecha.

En Uruguay, país en el que las condiciones naturales son relativamente simples, no existen muchos tipos de gestión forestal. En el informe sobre el estudio se detallaron diversos tipos de manejo forestal (clasificación forestal) en 1989 en la Fase 1 de este estudio. Puede resumirse del modo siguiente:

1) Saca -- Regeneración Artificial

Aplicable a la especies Eucalyptus, Pinus y Populus/Salix.

2) Saca -- Regeneración por rebrote

Aplicable a la segunda y tercera generación de regeneración de las especies Eucalyptus y Populus/Salix.

3) Apertura de Faja --- Regeneración Natural por Semillación

Adecuada para las especies de pinos, especialmente bosques de protección costera de P. pinaster.

4) Corta Selectiva -- Regeneración Natural

Aplicable a las especies indígenas naturales.

Los sistemas 1) y 2) son los más comunes en Uruguay.

La edad de cosecha como componente del sistema en Uruguay se resume por especies del modo siguiente:

1) Eucalyptus spp.

La edad habitual de cosecha de esta especie oscila entre 8 y 12 años cuando se usa como madera para pulpa y madera combustible. Existen bosques de 30 años o más en el caso de bosques de protección para el ganado. Si hubiera demanda de rollos de gran diámetro para madera de aserrío y contrachapado en el futuro, la edad actual de cosecha será mayor. De todos modos, este estudio muestra que la edad cuando el

incremento anual medio (I.M.A.) como determinante de la edad de cosecha alcanza su pico es de 10 a 11 años para el *E. grandis* y de 15 a 17 años para *E. globulus* (ver el Apéndice 2.5).

2) *Pinus* spp.

Aunque la edad normal de cosecha para esta especie es entre 20 y 30 años, hay muchas existencias de 35 años o más en bosques de protección costero y bosques rompevientos. Según el estudio, la edad en la que el I.M.A. alcanza su pico es 15 años (vea el Apéndice 2.5). Los materiales de construcción, sin embargo, requieren rollos de 25 cm o mayores en diámetro, que a su vez precisan existencias con un D.A.P. de unos 30 cm por lo que la edad de cosecha será de unos 20 años como mínimo. Los rollos de pino para contrachapado requieren una edad de cosecha de 30 años o más. Para madera para pulpa se requiere rollos pequeños de unos 10 cm de diámetro, se utilizan rollos de los raleos.

3) *Populus/Salix* spp.

Aunque la edad normal de cosecha de dichas especies es de 10 a 20 años, se prevee la adopción de una edad de cosecha de 30 años o más para producir grandes rollos para contrachapado en el futuro. La edad en la que el I.M.A. llega a su máximo no se determinó en este estudio porque las muestras fueron insuficientes.

3.1.2 Plan de Manejo Forestal

1) Efectos de la Planificación de Manejo Forestal

El tratamiento de los bosques de manera no adecuada creará problemas técnicos y económicos críticos, pues los árboles necesitan mucho tiempo para crecer. Por lo tanto, se recomienda trazar un plan de manejo por adelantado.

Dicho plan es esencial, especialmente en proyectos de forestación a gran escala y sostenimiento de la cosecha por parte de las empresas. El mantenimiento de la cosecha es sumamente ventajoso en la silvicultura a gran escala. En otras palabras, el mantenimiento de la producción y de las ventas a largo plazo y de manera constante y el contar con suministro estable contribuirán al mantenimiento de precios de madera y mercados favorables. En términos de costo, la producción planeada sostenible de madera reducirá los costos fijos y la depreciación.

Para el manejo continuo y planeado de la silvicultura, deberá trazarse un plan de manejo forestal, y el proyecto deberá evaluarse y ejecutarse de acuerdo a dicho plan.

El manejo forestal en pequeña escala por parte de la agricultura suele ser intermitente y se enfrenta a dificultades en la producción continua de madera a escala individual. Si se planea anualmente la producción de una cierta cantidad de madera en un área determinada con bosques de propietarios individuales, podrán esperarse las ventajas ya mencionadas. Se recomienda que incluso los pequeños propietarios tracen un plan simple de gestión forestal. En algunas circunstancias merece consideración por parte de los propietarios individuales en ciertas áreas que se tracen un plan de manejo

forestal conjunto.

## 2) Procedimientos de Planificación del Manejo Forestal

Como ya se dijo, el plan de manejo forestal como plan de tratamiento de bosques cubrirá un período largo de tiempo. Consiste de un plan a largo plazo que contenga las perspectivas futuras de varias décadas y un plan a corto plazo que cubra cinco o diez años. En Uruguay parece adecuado en vistas a las especies existentes que en el caso primero se trace un plan de unas tres décadas y en el último caso un plan quinquenal.

Los ítemes principales del plan a largo plazo incluyen el área forestal, existencias en crecimiento, área de plantación, y volumen de cosecha cada cinco años o en cinco años (período de trabajo). El plan a corto plazo está compuesto de un plan de plantación anual (área, especies, plántones, silvicultura, mantenimiento), un plan de cosecha (área, clase de rollos, método de tala), un plan de empleo (personal, trabajos), un plan de maquinaria y equipos (tipo, cantidad), un plan de desembolso incluidos sueldos, etc.

Una cosa importante en el plan de manejo forestal es el mantenimiento de los bosques. Esto permitirá que se coseche en los años planeados la cantidad de madera esperada y que se puedan regenerar y mantener los bosques para poder obtener cosechas repetidas. El mantenimiento de los bosques requiere no sólo el establecimiento de recursos forestales sino también restricciones en el volumen de cosecha para evitar la explotación inconsiderada. Para controlar el volumen de cosecha, el corte anual permisible deberá determinarse como norma en el plan de manejo forestal.

Aunque dicho corte permisible puede determinarse de varias maneras, a continuación se describirán tres fórmulas principales.

### 1) Fórmula de Asignación de Área

$$a = A / C$$

a: corte permisible anual (área)

A: área total de los bosques cubiertos

C: edad de rotación (edad estándar)

La fórmula indica el corte permisible en hectáreas. Por lo tanto, está hecha para mantener un área de cosecha casi igual cada año. Sin embargo, dicha fórmula requiere que los bosques se compongan casi en partes iguales de diversas plantaciones de árboles maduros cercanos a la edad de rotación y árboles jóvenes que se acaban de plantar. Si no es así ocurrirán algunos problemas como pueden ser la falta de plantaciones que puedan cosecharse porque todos los árboles son jóvenes aunque el valor de ellos sea como se ha determinado; o puede retrasarse la cosecha de algunas plantaciones (existen muchas plantaciones viejas).

## 2) Fórmula de Existencias en Crecimiento Normales

$$v = Z + \frac{V_p - V_n}{a}$$

- $V_p$  : existencias totales actuales de bosque cubiertos
- $Z$  : incremento total
- $V_n$  : existencias totales normales como objetivo futuro
- $a$  : años planeados para que  $V_p$  alcance  $V_n$
- $v$  : corte permisible anual

Esta fórmula está hecha para controlar la cosecha de modo que  $V_p$  del bosque cubierto llegue a  $V_n$  en el período (a).

## 3) Tabla de Producción Sostenible

Se preparará una tabla de producción sostenible en bases de rendimiento sostenible, y el corte permisible anualmente se determinará según dicha tabla. La tabla de producción sostenible es una tabla de cálculo que incluye los volúmenes planeados de cosecha y plantación, y cambios en el área, existencias e incremento de los bosques cubiertos por tipo de plantación. Ver el "Informe Final sobre el Estudio del Plan Quinquenal de Forestación Nacional", en volumen separado.

### 3.2 Medición de los Árboles

La medición de los árboles es para medir el tamaño y volumen de un árbol o de un rollo. Los árboles medidos puede dividirse ampliamente en existencias en pie y rollos como árboles talados. Las existencias en pie pueden subdividirse en árboles individuales y plantaciones (bosques) que pueden medirse en sus manceras respectivas.

Los proyectos de forestación, que están pensados para producir árboles y obtener beneficios mediante su utilización, requieren medidas de árboles en tamaño y volumen de acuerdo a su utilización. Cuanto más cara sea la madera, más precisa deberá ser su medida.

No obstante, es importante reducir los gastos, el tiempo y la mano de obra requerida para la medición en todo lo posible a la vez que se mantiene un nivel de precisión.

#### 3.2.1 Medición de Árboles

El volumen del árbol se determina midiendo los árboles en D.A.P. y altura y calculando y tabulando los resultados.

##### 1) Medición del D.A.P.

A la altura del pecho significa una altura de entre 1,2 m o 1,3 m desde el suelo. Depende de la situación de los países y regiones en la elección de altura. La elección de la altura no está regulada en Uruguay. Una altura de 1,2 m se utilizó en las tablas

de volumen que se prepararon en este estudio y que se adjuntan con este manual.

Un instrumento típico para medir el D.A.P. es un calibre o una cinta de diámetro.

#### - Calibre

Este instrumento se utiliza principalmente para medir diámetros. Se compone de una escala, un brazo fijo en ángulo recto y otro móvil.

Existen calibres de diferentes tamaños adecuados para árboles pequeños o grandes y para la medición deberá elegirse el de tamaño adecuado.

Para usar el calibre, póngalo en ángulo recto con el eje del tronco como se muestra en la Fig. 2-1 de modo que los puntos A, B, y C dentro de la escala y ambos brazos toquen el tronco como se muestra en la Fig. 2-2, y lea la división (a) de la escala como viene indicada por el índice del brazo móvil.

Cuando la sección transversal de tronco no es redonda, mida los diámetros largo y corto como se muestra en la Fig. 2-3 y utilice el promedio.

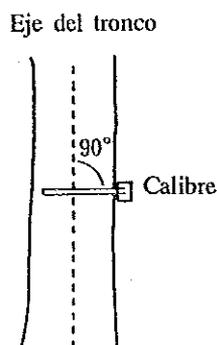


Fig. 2-1

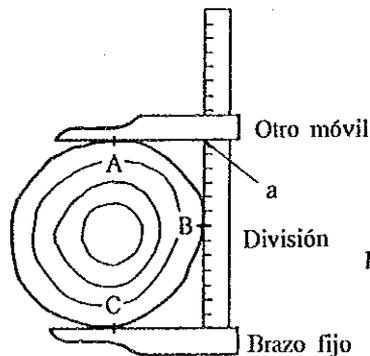


Fig. 2-2

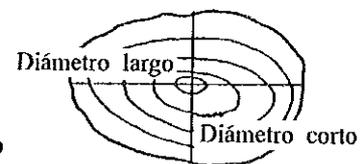


Fig. 2-3

#### - Cinta de diámetro

Para usar este instrumento, póngalo alrededor del tronco del árbol y lea la división de la escala que indica el diámetro del árbol. Es decir, la división indica diámetros específicos determinados dividiendo la circunferencia del árbol medido por la relación de la circunferencia. El otro lado de la escala está dividido de la manera normal.

Las cintas de diámetro son más convenientes que los calibres pues son portátiles, y la circunferencia del árbol puede indicarse también por la división normal en el otro lado de la escala. Sin embargo, resulta difícil ponerlas con precisión alrededor del tronco y las secciones transversales de muchos árboles

no son verdaderamente redondas. Como resultado, las mediciones tienden a ser mayores que los tamaños reales.

## 2) Medición de la altura

La altura de un árbol se mide por los métodos de medición directo e indirecto. Este último utiliza principios geométricos y trigonométricos.

En el primer caso, los árboles que estén al alcance serán medidos directamente con cinta o con una vara de medición. Los árboles de más de 10 m serán medidos con una pértiga extensible hecha de fibra de fibra de vidrio.

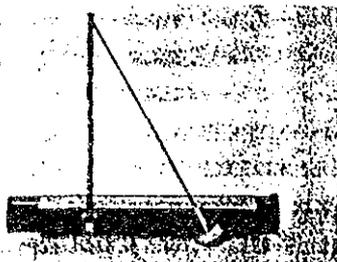
Cuando se utiliza una pértiga serán necesarias dos personas, una de las cuales registrará las mediciones y confirmará la correspondencia entre las parte superior de la misma y la de la parte superior del árbol mirando a un poco de distancia desde una parte alta.

El método indirecto utiliza diversos hipsómetros como muestra la Fig. 2-4. Los hipsómetros típicos son los siguientes:

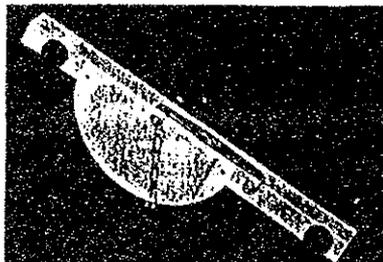
### Hipsómetro Weisc

Tiene una estructura relativamente simple, y es ligero y fácil de operar. Se basa en principios geométricos y es sumamente preciso.

Es necesario medir la distancia horizontal desde el punto de medición hasta el árbol con una medida de cinta. Como la medida probablemente no sea precisa cuando la distancia horizontal es corta, es ideal mantener una cierta distancia desde el árbol para que el ángulo de incidencia pueda ser  $45^\circ$  cuando se mira a la parte superior del árbol. Si se acorta la distancia por alguna razón, ponga la escala del hipsómetro al doble o triple y divida la altura medida del árbol por dos o tres.



Hipsómetro Weisc



Hipsómetro tipo K



Altímetro Blume-Leiss

Fig. 2-4

- Hipsómetro tipo K

Aunque está basado en los mismos principios que el hipsómetro Weise, se utiliza un telémetro con una longitud estándar de 25 cm en vez de medir la distancia desde el punto de medición hasta el árbol con medida de cinta, la distancia se mide colimando el árbol. Sin embargo, cuanto mayor es la distancia, menos exacto es el telémetro. Es necesario también tomar medidas para distinguir el objetivo en la oscuridad del bosque. Se puede hacer poniendo un trozo de tela blanca.

- Altimetro Blume-Leiss

Es ligero y sencillo de operar. La medición de la altura se basa en principio trigonométrico, mientras que la medida de la distancia se basa en el sistema óptico y utiliza una placa auxiliar. Este sistema utiliza una de las cuatro escalas (15, 20, 30 y 40 m) de la placa en vez de medir la distancia horizontal desde el punto de medición hasta el árbol con una medida de cinta, y fije la escala en la superficie del árbol. El operador del instrumento se desplazará hasta un punto específico mientras hace coincidir la escala con el polarizador incorporado.

- Otros Hipsómetros

Los hipsómetros basados en los principios geométricos incluyen el hipsómetro Christen y el hipsómetro Asoh, mientras que los que siguen principios trigonométricos incluyen Spiegel Relaskop, Silverskop y el medidor Dendro.

Cuando se necesita gran precisión, puede medirse la altura en base de trigonometría midiendo el ángulo de elevación con un Tránsito.

La medición indirecta de la altura con un hipsómetro es menos precisa que la del D.A.P. pues la base y la parte superior del árbol medido no se ven fácilmente. Por consiguiente, deberán tenerse en cuenta las instrucciones siguientes:

- Como la parte superior del árbol no se ve fácilmente en el bosque, desplácese hasta encontrar una buena posición. Es mejor medir el árbol desde lo más lejos posible y a nivel alto.
- Un árbol inclinado lo más probable es que cause deformación a no ser que se mida oblicuamente y en ángulo recto.
- La distancia deberá medirse con la mayor precisión posible.
- Debería utilizarse un objeto cuya altura se haya medido con precisión para medir la altura del árbol más adecuadamente, pues puede que se produzca deformación con la persona y el tipo de hipsómetro.

### 3) Cálculo del Volumen del Árbol

El volumen del árbol se calcula generalmente por dos factores: el D.A.P. y la altura. Las dos fórmulas son las siguientes:

#### - Fórmula de factor de forma a la altura del pecho

Es común en Uruguay. El área de un círculo (g) será determinada por el D.A.P. (d), y la relación del volumen de una columna con (g) como el área de base y altura (h) hasta el volumen real del tronco (v) se llama factor de forma a la altura del pecho (f). El volumen del árbol puede determinarse mediante la fórmula siguiente:

$$v = g \cdot h \cdot f$$

En Uruguay, los factores de forma comunes a la altura del pecho son los siguientes:

Pinus spp.	0,50 (0,40 - 0,55)
Eucalyptus spp.	0,55 (0,45 - 0,60)

Como las curvas del tronco son virtualmente complicadas, deberá determinarse un factor apropiado midiendo los volúmenes de muchos árboles por el método de medición seccional. Aunque los árboles sean lo mismo en diámetro y altura, el volumen del árbol varía de individuo a individuo en el sentido estricto, es decir, mientras que los árboles cuya sección de diámetro no decrece tienen un gran volumen, los árboles cuya sección de diámetro decrece tienen un volumen pequeño. Por esta razón, esta fórmula es un método aproximado de medición.

#### - Tabla de Volumen

La tabla de volumen está pensada para facilitar el volumen de un árbol a determinar directamente por el D.A.P. y la altura del árbol.

El volumen de la tabla se compone generalmente de dos variables que son el D.A.P. y la altura. Para preparar la tabla de volumen se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = a \cdot d^b \cdot h^c$$

V: volumen del tronco (m<sup>3</sup>)

a: constante

d: D.A.P. (cm)

b: constante

h: altura (m)

c: constante

Los países de silvicultura avanzada suelen tener dichas tablas para las especies principales de árboles.

#### 4) Cálculo del Volumen Maderable

Existe un método de medición del volumen maderable midiendo los árboles uno por uno (estimación de madera), pero no es fácil medir todos los árboles. Esta es la razón por la que se ha desarrollado el método de árbol de muestra y el método de parcela de muestra como modos de estimar la totalidad de toda una plantación de árboles mediante medición parcial.

##### - Árbol de Muestra

Un árbol que muestra el D.A.P., altura y volumen de madera medio, se llama árbol de muestra. Aunque el árbol que tiene el volumen promedio es calificado como árbol de muestra para determinar el volumen de la plantación, el árbol medio en el área basal casi paralelo al volumen se utiliza como muestra.

En base a los datos de un estimador de madera en pie, varios árboles que tienen un área basal casi igual al promedio y que parecen tener el promedio en altura y forma serán elegidos como árboles de muestra en el bosque. Dichos árboles de muestra serán medidos en D.A.P. y altura como están y sus respectivos volúmenes serán determinados de acuerdo a la tabla de volúmenes o por medición seccional después de talarlos. El volumen de la madera será estimado mediante la fórmula siguiente:

$$V = (G / g) \times v$$

V : volumen en pie

G : área basal total de la plantación

v : volumen total de los árboles de muestra

g : área basal total de los árboles de muestra

Deberá apuntarse que se utilizarán el promedio de árboles no en D.A.P. sino en área basal. Si el volumen de una plantación se calcula mediante esta fórmula utilizando árboles promedios en D.A.P., el resultado será mayor de lo que es el volumen real.

##### - Método de Parcela de Muestra

En dicho método se seleccionará una parcela con una cierta área como parcela de muestra en todo el bosque, y se medirá y se calculará el volumen. El volumen de todo el bosque se estimará multiplicando el volumen por el porcentaje del área de la parcela al área total del bosque. Este método suele usarse para medir el volumen de bosques grandes.

Es deseable que una parcela de muestra tenga un volumen promedio y suele seleccionarse estimando la madera de todo el bosque y utilizando fotografías aéreas.

El método de parcela de muestra puede clasificarse por la forma de la parcela de muestra en tres tipos: métodos de parcela cuadrada, faja y circular.

### 3.2.2 Medición de Rollos

#### 1) Unidades de Volumen de Rollo

Existen dos tipos de volumen de rollo, volumen sólido y volumen de la madera apilada. El primero es el volumen verdadero (volumen cúbico) de madera, mientras que este último es el volumen cúbico de madera apilada más espacios.

El volumen del árbol se expresa en diferentes unidades. Los sistemas de unidad principales son los siguientes:

- Sistema métrico

Tanto el volumen sólido como el apilado se expresan en  $m^3$ . Dicho sistema es utilizado principalmente en países europeos, la Unión Soviética y Japón.

- Pie cúbico

Volumen cúbico de 1 pie x 1 pie x 1 pie

1 pies cúbico =  $0,0283 m^3$

Dicha unidad se usa principalmente en U\$S

- Pie tablar

Se abrevia como Bdft, BF o BM. Es el volumen cúbico de la madera con un área de superficie de 1 pie cuadrado y un grosor de 1 pulgada, igual a medio pie cúbico. El volumen de un rollo es indicado por el volumen de los productos madereros del rollo. En transacciones reales, el volumen es expresado en M.B.m con 1000 Bdft como unidad base.

1 M.b.m =  $2,36 m^3$

Dicha unidad se utiliza principalmente en los U\$S

- Cuerda de leña

Se utiliza en el volumen apilado e indica una pila de 4 pies de árboles a una altura de 4 pies y un ancho de 8 pies equivalente a 128 pies cúbicos =  $3,6224 m^3$ . Dicha unidad se utiliza principalmente para madera de poca calidad como leña en USA.

- Método de peso

Se utiliza extensivamente en Uruguay. A pesar de ser de fácil medición, dicho método tiene algunos problemas como pueden ser los gastos en la instalación del instrumento de medición (báscula), y lugares limitados de medición. El mayor inconveniente de dicho método es que el contenido de agua de la madera afecta al peso y las fluctuaciones en peso hace la medición sumamente inexacta.

Después de talar, el contenido de agua de los árboles suele bajar aproximadamente el 10% si se dejan en un área seca durante mucho tiempo. Por ejemplo, el peso de la madera bajará con la disminución del contenido de agua del modo siguiente:

Contenido de agua	Peso Verde por m <sup>3</sup>
45%	909 kg
30%	714 kg
15%	588 kg
0 % (peso de la madera absolutamente seca)	500 kg

Por consiguiente, las transacciones exactas de madera por peso requieren que se mida el contenido de agua así como el peso de la madera para convertirlo en peso de la madera completamente seca.

Dicho método es utilizado en transacciones de astillas de madera, pero no es adecuado para otras transacciones de madera de aserrío para usos generales.

## 2) Cálculo del Volumen de Madera

Una fórmula para determinar el volumen de un rollo midiendo su largo y su diámetro es llamado fórmula de medición de volumen. Las fórmulas principales son las siguientes:

### - Fórmula Smalian

Las áreas de la sección transversal de la parte inferior y de la superior de un rollo serán determinadas, y el promedio de dichas áreas será multiplicado por el largo del rollo para determinar su volumen.

Dicha fórmula es conveniente y se utiliza a menudo para calcular el volumen de rollos apilados pues tiene poca deformación en el tronco excepto los extremos inferior y superior y no requiere que se muevan los rollos solamente que se midan sus diámetros en la parte inferior y superior.

### - Fórmula Huber

El área de la sección transversal de un rollo será determinada desde el diámetro en el medio del rollo y multiplicado por el largo del rollo para determinar su volumen.

Como en el caso de la fórmula Smalian, dicha fórmula se usa en realidad en muchos países pues tiene poca deformación en el tronco excepto en la parte superior e inferior y es de fácil medición y cálculo.

- Fórmula Riecke

Los diámetros del rollo serán medidos a ambos extremos y en el medio, y cuatro veces el volumen del área de la sección transversal de la parte central se añadirán al área de la sección transversal de ambos extremos para determinar el área media, que será multiplicada por el largo del rollo para determinar su volumen. Dicha fórmula es más precisa que las dos fórmulas precedentes pero resulta un poco incómoda en medición y cálculo.

A pesar de ser menos práctica, esta fórmula se utiliza para mediciones precisas.

- Involución de la parte superior

Esto determina el volumen de un rollo multiplicando un cuadrado del diámetro de la parte inferior por su longitud. Se ha usado desde antaño en Japón y continúa utilizándose extensivamente en las transacciones generales. Mientras que dicha fórmula sobrestima los rollos cortos, subestima los rollos largos. Es fácil de medir y de calcular.

### 3.2.3 Tabla de Volumen de Madera

#### 3.2.3.1 Modo de Preparación de la Tabla de Volumen de Madera

Una tabla que indica los volúmenes del árbol o rollo basada en diámetros medidos y alturas de los árboles o rollos se llama tabla de volumen. Dichas tablas suelen prepararse para las especies principales pues indican inmediatamente el volumen de un árbol o rollo sin cálculos complicados.

Existen tablas de volumen de rollo y tablas de volumen de árbol. A continuación se explicará esta última.

Las tablas de volumen de árbol se clasifican por variable en tablas de una variable y de dos variables. Esta última indica los volúmenes en base a dos variables: D.A.P. y altura. Normalmente se utiliza la fórmula siguiente para preparar dichas tablas:

$$v = a d^b h^c$$

v: volumen del tronco (m<sup>3</sup>)

d: D.A.P. (cm)

h: altura (m)

a, b y c: constantes

La tabulación adecuada del volumen de árbol requiere que se midan en D.A.P., altura y volumen real muchos árboles de muestra de las especies principales en cada una de las regiones. El volumen real debe ser calculado por árboles de muestra en base a la forma apropiada y tamaño mínimo de rollo para uso. Es indispensable la preparación de una tabla de volumen más precisa para recolectar muchos árboles con forma típica de cada especie en una amplia gama de D.A.P. y altura que oscile entre pequeños y grandes. Calcular las constantes de a, b, c de los D.A.P.s reales, alturas y volúmenes de muchos árboles es de alto nivel y complicado, pero posible, utilizando programas informáticos con gran precisión.

La tabla de volumen de árbol preparada en este estudio se mostrará en el Apéndice 3.4. Es una tabla de dos variables para árboles con corteza y sin ella de cuatro especies: *Eucalyptus grandis*, *E. globulus*, *Pinus taeda* y *P. elliottii*.

### 3.2.3.2 Modo de Utilización de la Tabla de Volumen

La tabla de volumen como se muestra en el Apéndice 3.4 indica los volúmenes para cada cm en D.A.P. y cada m en altura. Por ejemplo, el volumen del árbol sin descortezar de *Eucalyptus grandis* 18 cm en D.A.P. y 19,5 m en altura es 0,1973 m<sup>3</sup>. El volumen de un árbol con el mismo D.A.P. pero de 19,5 m en altura puede ser determinado por una suma de regla de tres de los volúmenes de los árboles con altura = 19 y altura = 20.

$$0,1973 + (0,2120 - 0,1973) \times 0,5 = 0,2047$$

En general, debería confirmarse si el volumen de la tabla es o no aplicable al bosque medido antes de usarla. Para esto, se tomarán varios árboles de muestra en el bosque y sus volúmenes respectivos serán determinados adecuadamente por medición seccional y comparados con los valores de la tabla. Si existe diferencia entre los volúmenes medidos y en la tabla, y la diferencia tiene una cierta tendencia, los volúmenes en la tabla se ajustarán mediante el valor de la tendencia.

### 3.2.4 Tabla de Producción

#### 3.2.4.1 Modo de Preparación de una Tabla de Producción

Una tabla de producción indica el crecimiento de las existencias proyectadas de los bosques por área unitaria, el número de árboles, y sus D.A.P. proyectados y la altura por clase de edad (normalmente cinco años) en el caso de que los bosques de especies específicas sean cuidados de manera estable en una región en condiciones similares de crecimiento. En la gestión forestal de larga duración, es conveniente poder captar el resumen de producción esperada en gestión estable de un bosque en el futuro.

#### - Reunir datos

Antes de preparar una tabla de volumen, muchos bosques deben medirse en altura, D.A.P. y volumen. Deberán muestrearse tantos bosques como sea posible de los que muestran crecimiento medio de especies específicas en una amplia gama de clases de edad. En cuanto a las especies cuyos anillos pueden ser medidos fácilmente en sección transversal del tronco como el pino, puede reunirse muchos datos del análisis del fuste aunque sean pocos los bosques de muestra.

El análisis del fuste es un método de estudio del crecimiento de un árbol con precisión talando y cortando el árbol en trozos redondos y midiendo los anillos. Los datos del análisis del fuste no sólo muestran los incrementos pasados en crecimiento de ciertos árboles sino que contribuyen a la estimación y proyección de incremento en el crecimiento de todo el bosque.

- Análisis de datos

1) Altura media de los árboles

La altura media de los árboles está muy estrechamente relacionada con el crecimiento de la plantación.

Un índice que indica la diferencia en productividad entre los bosques es la clase de sitio y los sitios suelen clasificarse por productividad en sitios de primera, segunda y tercera clase. Dichas clases están basadas en la altura promedio de los árboles dominantes en la misma clase de edad.

Como el factor más importante para preparar la tabla de volumen es la altura promedio, las relaciones entre la altura promedio de los árboles y la edad de la plantación deberán examinarse y comprenderse bien representándolas gráficamente.

2) Número de árboles

Existen las relaciones siguientes entre el volumen de la plantación y el número de árboles. Cuanto mayor es el número de árboles por hectárea en un bosque de la misma edad y en la misma clase de sitio, menor es el volumen promedio de los árboles individuales. El número de árboles que sobrevivirán en un bosque dejado sin ralea, los árboles competirán entre ellos y los perdedores serán superados hasta agostarse. Cuanto mayor sea el número de árboles, más pronto aparecerá dicho fenómeno. El número de árboles en estrecha relación para soportar cambios de volumen con la edad de la plantación deberá estudiarse mediante gráficos.

3) D.A.P.

El área basal total de los árboles está estrechamente relacionada con el volumen de la plantación. Por lo que se requiere estudiar los cambios con la edad en D.A.P. como base para el cálculo del área basal.

4) Razón de forma (coeficiente mórfico)

La razón de forma es representada por los factores siguientes:

$$(\text{altura (m)} / \text{D.A.P. (cm)}) \times 100 (\%)$$

La relación entre la altura y el D.A.P. que es representada por la razón de forma es típica de cada especie. La relación de forma varía con la clase de sitio y edad de plantación, es decir, cuanto mejor es la clase y más joven es la plantación, más alta es la relación. Dicha relación deberá considerarse al preparar una tabla de producción.

5) Relación relativa de espaciamiento

La relación relativa de espaciamiento es representada por los factores siguientes:

$$(\text{intervalo} / \text{altura} / 100 (\%))$$

esto muestra la relación entre intervalos entre árboles y altura. Con el crecimiento de los árboles, la relación baja; si disminuye por debajo de un mínimo, los árboles comienzan a agostarse de manera natural. Por consiguiente, dicha relación es un determinante crítico del momento del raleo y grado del mismo.

– Preparación de una Tabla de Producción

En primer lugar, divida las edades de plantación en varias clases y enumere el número de árboles bajo dichas clases por hectárea, y su altura media y D.A.P. Luego determine el volumen medio de árboles individuales utilizando una tabla de volumen o la fórmula de volumen descrita en el párrafo 3.2.3 y multiplíquela por el número de árboles por hectárea para determinar el volumen de árboles por hectárea, que también se enumerará.

En cuanto a los árboles que se ralean como los pinos, planea la frecuencia, edad y grado del raleo por antelación teniendo en cuenta la razón de espaciamiento relativa ya mencionada y el uso de madera del raleo calculado de acuerdo al plan.

Las tablas de producción de las cuatro especies siguientes que fueron preparadas de esta manera se muestran en el Apéndice 3.5.

Eucalyptus grandis  
E. globulus  
Pinus taeda  
P. elliottii

La parte superior de cada tabla está basada en el número real de árboles plantados por hectárea (promedio) en el sitio de plantación que cubre este estudio, mientras que la parte inferior muestra el caso de plantación de 1.110 árboles por hectárea.

### 3.2.4.2 Modo de Uso de la Tabla de Producción

El futuro incremento en el volumen de una plantación real puede estimarse utilizando la tabla de producción en el orden siguiente:

1. Determinar la edad de la plantación. Para hacerlo, considere el año de plantación como el primero año.
2. Si la clase de sitio de la plantación es desconocido, determine la diferencia (relación) en la edad de la plantación y la altura media de los árboles dominantes entre la plantación y la tabla. En cuanto la edad media, halle los valores utilizando suma de regla de tres y tablas.
3. Determine el volumen de la plantación multiplicando el volumen total de los árboles dominantes y los suprimidos en la tabla correspondiente a la edad de la plantación por la relación determinada en el número 2. anterior.

#### 4. Utilización de la Madera

##### 4.1 Uso de la Madera por Especies

##### 4.1.1 Usos del Eucalipto

###### - Leña

La mayor parte de la leña en Uruguay es de eucalipto. Las tendencias en el consumo de la energía de leña por sector entre 1983 y 1987 se muestran en el Apéndice 4.1, en el que se hacen comparaciones entre 1983 y 1987. El sector doméstico mostró un incremento del 5%, mientras que el sector industrial mostró un incremento de 105% y el sector de servicios mostró un 105% de disminución. En total se produjo un 25% de incremento en el consumo. En el sector industrial en Uruguay, las fábricas cambiaron de calderas de fueloil a calderas de leña pues la leña es el 50% más económica o menos que el fueloil y mostraron un amplio incremento en el consumo de leña.

En Uruguay, los eucaliptos colorados (*E. tereticornis*, *E. camaldulensis*) y los eucaliptos rosados (*E. grandis*, *E. saligna*) se utilizan como leña por todo el país, mientras que los eucaliptos blancos (*E. globulus*, *E. globulus* subsp. *maidenii*) se utilizan como leña en la parte sudeste y la parte sur con centro en Montevideo.

Hay tres métodos de obtención de leña industrial: es decir, el primer método es comprar leña a terceros a precio de puesto en fábrica; el segundo método es que la entidad tenga explotaciones forestales propias y la tercera es comprar los árboles en pie (bosques de terceros y explotar la madera). Las empresas normalmente determinan un cierto margen de precios de fábrica. Los precios de los árboles en pie son precios de fábrica menos costos de transporte y explotación. Según el mecanismo de fijación de precios de los árboles en pie, cuanto más distancia de transporte, menos se paga la madera.

###### - Madera para Pulpa

Existe una compañía en la actualidad que produce papel de eucaliptos en Uruguay. El papel de eucalipto es principalmente papel de impresión. La tendencia en las ventas de papel y cartón en Uruguay entre 1978 y 1987 se muestran en el Apéndice 4.2, y la tendencia en las ventas de papel de impresión se muestra en el Apéndice 4.3. En comparaciones entre 1978 y 1987, el papel de impresión mostró un incremento del 28% y el papel de embalaje mostró un 27% de incremento. En total, se produjo un 28% de incremento en las ventas de papel. En cuando al papel de impresión, las ventas nacionales mostraron un incremento de 11% en el mismo período, mientras que las exportaciones mostraron un incremento del 79%, mucho más que las primeras. Así que el papel de impresión de eucalipto es un producto importante de exportación para Uruguay.

Los eucaliptos blancos y rosados se utilizan como madera para pulpa. En la actualidad, la relación de los primeros respecto a estos últimos es de 70 a 30. Aunque la proporción de madera propia respecto a la madera comprada es ahora de 70 a 30,

el objetivo futuro es que sea del 60 al 40. En comparación con los eucaliptos rosados, los eucaliptos blancos tienen mayor densidad específica y son de alta productividad, mientras que como el color de la madera es blanco, requieren menos blanqueado. Por consiguiente, existe tendencia a que la parte de eucaliptos blancos incremente todavía más.

- Madera para Pulpa

Según estadísticas de la FAO, las tendencias en producción, importaciones y exportaciones y consumo de productos madereros en Uruguay de 1987 a 1988 se muestra en el Apéndice 4.4. En comparación entre 1987 y 1988, la producción de madera de latifoliadas mostró una disminución de aproximadamente el 44%. La mayor parte de la madera aserrada de latifoliadas es eucalipto.

Se utiliza madera de eucaliptos colorados, rosados y blancos. La madera aserrada incluye materiales de construcción, muebles, madera para pisos, piques, palets y cajas. Las tablas de *E. grandis* se han exportado recientemente a Yugoslavia para producir palets en conexión con un aserradero argentino.

- Madera para Tableros Terciados

El Apéndice 4.5 muestra las tendencias en la producción, importaciones, exportaciones y consumo de paneles de madera (hojas de chapa, madera terciada, tableros de partículas, tableros de fibra) en Uruguay entre 1987 y 1988. La producción disminuyó en un 20% en dicho período. Hay cuatro fábricas de contrachapado en Uruguay que producen unos 400 m<sup>3</sup> de contrachapado al año.

Como material de la madera terciada se utilizan eucaliptos colorados, rosados y blancos. La madera terciada se utiliza principalmente en muebles.

- Madera para Tableros de Fibra

En Uruguay hay dos fábricas de tableros de fibra, y solamente una de ellas está en funcionamiento en la actualidad. Las tendencias en producción, importaciones, exportaciones y consumo de tableros de fibra se muestra en el Apéndice 4.5. Unos 4000 m<sup>3</sup> de tablero de fibra se produce anualmente y se consume nacionalmente sin que haya importaciones ni exportaciones.

La madera para tableros de fibra es de *E. globulus*. Los tableros de fibra se utilizan principalmente como materiales de construcción y también como muebles en algunos casos.

- Madera para Postes de Alambrado y Postes Eléctricos

Se utilizan los eucaliptos colorados y blancos como madera para postes de alambrado, mientras que los eucaliptos rosados se utilizan como madera para postes eléctricos después de un tratamiento de preservación.

- Rollos para Exportación

Como madera de pasta de papel, *E. grandis* comenzó a exportarse a Finlandia en 1988 y también el *E. globulus* empezó a exportarse a Portugal en 1990.

En 1988 y 1989, se espera exceder dicho nivel en unos 150.000 m<sup>3</sup>. Se estima que la relación del *E. grandis* respecto al *E. globulus* sea de 2 a 1.

4.1.2 Usos del Pino

- Madera para Pulpa

Hay dos compañías que producen papel y cartón de pino en Uruguay. Una de ellas produce principalmente revestimientos de cartón ondulado y papel de embalaje de lujo de pinos. La otra empresa no funciona en la actualidad, pero posee equipo para producir pulpa mecánica para papel de pinos.

Las tendencias en las ventas de papel de embalaje, etc. de eucalipto y de pino se muestran en el Apéndice 4.6 Como aproximadamente el 40% del papel vendido nacionalmente se utiliza para cajas de papel de embalaje para exportación, las exportaciones de dicho papel significan el 44,5% del total, incluidas exportaciones directas (7,5%) y exportaciones indirectas (aproximadamente el 37%). Por lo tanto, igual que con el papel de impresión, el papel de embalaje, etc. es otro producto importante de exportación para Uruguay.

Para pulpa se utilizan *P. taeda* y *P. elliottii*.

- Madera para Aserrar

Según estadísticas de la FAO, las tendencias en la producción, importaciones, exportaciones y consumo de madera aserrada en Uruguay de 1987 a 1988 se muestran en el Apéndice 4.4. En comparación entre 1977 y 1988, la madera de las coníferas mostró una disminución del 45% en la producción. La mayor parte de madera aserrada de las coníferas es de pino.

Se utiliza principalmente madera de *P. taeda* y *P. elliottii*, mientras que la madera de *P. radiata* y *P. pinaster* se utiliza parcialmente. La madera aserrada incluye materiales de construcción, muebles, encofrados, palets y cajas.

- Madera para Tableros Terciados

Aunque los pinos nacionales se utilizan muy poco como maderas para tableros terciados, chapas importadas de *Araucaria* y rollizos africanos junto con los eucaliptos nacionales arriba mencionados se utilizan como madera para tableros terciados.

### 4.1.3 Usos del Álamo y Sauce

#### - Madera para Pulpa

Hay una compañía que produce papel y cartón de álamos en Uruguay. En este caso los álamos proporcionan el material para la parte central del cartón ondulado. Como ya se dijo, el papel de embalaje, etc. ha mostrado un gran incremento en ventas nacionales y exportaciones. Esto sugiere que el consumo de álamos está aumentando sustancialmente también.

#### - Madera para Aserrar

Se utilizan álamos como madera para aserrar, y la madera aserrada incluye materiales de construcción, muebles y cajas.

#### - Madera para Tableros de Partículas

Existe una fábrica que produce tableros de partículas de álamos y sauces en Uruguay. Como se muestra en el Apéndice 4.5, se producen anualmente unos 5.000 m<sup>3</sup> de tableros de partículas. Los tableros de partículas son importados parcialmente de Brasil y Argentina.

## 4.2 Guías para la Utilización de la Madera

En la sección anterior se han descrito los usos de la madera por especies en Uruguay. En esta sección, se resumen las guías para la utilización de la madera por especies y diámetros desde el punto de vista de la eficiencia y utilización de conjunto de la madera.

### 4.2.1 Usos por Especies y Diámetro

#### 1) Eucaliptos

##### - Eucaliptos colorados (*E. tereticornis*, *E. camaludulensis*)

Diámetros	Usos
35 cm o más	Tableros terciados
35 - 25 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles y pisos)
25 - 20 cm	Madera aserrada (piques)
20 - 15 cm	Postes
15 - 10 cm	Carbón vegetal
8 cm o más	Leña

##### - Eucaliptos rosados (*E. grandis*, *E. saligna*)

Diámetros	Usos
30 cm o más	Tableros terciados
30 - 25 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles)

25 - 20 cm	Madera aserrada (piques, palets)
20 - 15 cm	Madera aserrada (cajas)
15- 10 cm	Carbón vegetal
15 cm o más	Postes eléctricos, postes para andamios
8 cm o más	Pulpa, leña
- Eucaliptos blancos ( <i>E. globulus</i> , <i>E. globulus</i> subsp. <i>maidenii</i> , <i>E. viminalis</i> )	
Diámetros	Usos
30 cm o más	Tableros terciados
30 - 25 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles)
25 - 20 cm	Madera aserrada (piques)
15 - 10 cm	Madera aserrada (cajas), postes
8 - 25 cm	Carbón vegetal
8 cm o más	Pulpa, leña
2) Pinos	
- <i>P. taeda</i> , <i>P. elliottii</i>	
Diámetros	Usos
30 cm o más	Tableros terciados
30 - 25 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles, encofrados)
25 - 20 cm	Madera aserrada (palets)
20 - 15 cm	Madera aserrada (cajas)
8 cm o más	Pulpa
- <i>P. pinaster</i>	
Diámetros	Usos
30 cm o más	Tableros terciados
30 - 25 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles)
25 - 18 cm	Madera aserrada (encofrados)
3) Álamos	
Diámetros	Usos
30 cm o más	Tableros terciados
30 - 20 cm	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles)
20 - 15 cm	Madera aserrada (cajas)
8 - 18 cm	Tableros de partículas
8 cm o más	Pulpa

#### 4) Sauces

Diámetros	Usos
20 cm o más	Madera aserrada (materiales de construcción, muebles)
20- 15 cm	Madera aserrada (cajas)
8 - 18 cm	Tableros de partículas

#### 4.2.2 Factores para Madera Material por Uso

##### 1) Leña Industrial

- La leña industrial es de eucalipto con una humedad de 30% o menos (base húmeda)

- Dimensión Estándar de Leña para Combustión Directa

Rollo:	1,2 m largo, 0,25 m diámetro
Rollo:	1,8 m " , 0,15 m " (ladrilleras)
Astilla:	0,4 m " , 0,15 m
Viruta:	30 mm x 40 mm

- Dimensión Estándar de Leña para Gasificación

Rollo:	0,4 m largo, 0,15 m diámetro
Astilla:	0,4 m largo, 0,15 m diámetro

- Relaciones entre Humedad y Poder Calorífico de Eucaliptos

Humedad (%)	Poder calorífico (Kcal/kg)
40	2.400
30	2.900
0	4.396

##### 2) Madera para Pulpa

- Madera para Pulpa Kraft Blanqueada (PKB)

E. grandis (peso específico básico 0,43 t/m <sup>3</sup> )
E. globulus (0,51 t/m <sup>3</sup> )
E. globulus subsp. maidenii (0,56 t/m <sup>3</sup> )

- Madera para Pulpa Kraft Cruda (PKC)

P. taeda
P. elliotii

- Madera para Pulpa Semiquímica (PSQ)
    - Álamos
  - Madera para Pulpa Mecánica (PM)
    - P. taeda
    - P. elliottii
- 3) Madera para Tableros
- Largo de madera para tableros terciados: 1,7 m, 2,4 m, 2,6 m
  - Largo de madera para tableros de partículas: 2,2 m
  - Largo de madera para tableros de fibra: 55 cm máximo
- 4) Largo de Madera para Aserrar
- Encofrado: 3,3 m
  - Materiales de construcción, muebles: 2,4 m
  - Palets: 2,2 m
- 5) Límites de Distancia para Madera de Exportación
- Madera para aserrar: 100 km
  - Madera para tableros terciados: 300 km
  - Madera para tableros de partículas: 300 km
  - Madera para tableros de fibra: 100 km
  - Madera para pulpa: 150 km
  - Madera para leña: 75 km

#### 4.2.3 Unidades de comercialización de Madera

Las unidades de transacciones de madera por especies en Uruguay son las siguientes:

- 1) Eucaliptos
- Leña
    - Rollos: t
    - Leña: t
  - Pulpa
    - Rollos: t
    - Pulpa, papel: t
  - Madera aserrada
    - Rollos: t o m<sup>3</sup> (estéreo)
    - Madera aserrada: pie (1 pie x 1 pie x 1 pulgada)
  - Tableros terciados
    - Rollos: t
    - Tableros terciados: m<sup>3</sup>

- Tableros de fibra
    - Rollos: t
    - Tableros de fibra: m<sup>3</sup>
  - Postes
    - Rollos: pieza
    - Postes: pieza
  - Eucaliptos exportados
    - Rollos: t o m<sup>3</sup> (sólido = estéreo x 0,60 o 0,65)
- 2) Pinos
- Pulpa
    - Rollos: t
    - Pulpa, papel: t
  - Madera aserrada
    - Rollos: t o m<sup>3</sup> (estéreo)
    - Madera aserrada: pie (1 pie x 1 pie x 1 pulgada)
  - Tableros terciados
    - Rollos: t
    - Tableros terciados: m<sup>3</sup>
- 3) Álamos y Sauces
- Pulpa
    - Rollos: t
    - Pulpa, papel: t
  - Madera aserrada
    - Rollos: t o m<sup>3</sup> (estéreo)
    - Madera aserrada: pie (1 pie x 1 pie x 1 pulgada)
  - Tableros terciados
    - Rollos: t
    - Tableros terciados: m<sup>3</sup>
  - Tableros de partículas
    - Rollos: t
    - Tableros de partículas

#### 4.2.4 Consumo Unitario de Madera

El consumo unitario de madera (materia prima: aproximadamente 50% de humedad) por especie e ítem en Uruguay es el siguiente:

- 1) Eucaliptos
- Leña: 1,4 t/t
    - Se precisa aproximadamente 1,4 ton. de madera (aprox. 50% de humedad) para producir 1 ton. de leña (aprox. 30% de humedad).
  - Pulpa Kraft Blanqueada (PKB): 4,2 t/t
    - Se precisan aproximadamente 4,2 ton. para producir 1 ton. de PKB.

- Madera aserrada: 5 kg/pie  
Se precisan unos 5 kg. de madera para producir 1 pie de madera aserrada (1 pie x 1 pie x 1 pulgada).
- Hojas de chapa: 5 t/m<sup>3</sup>  
Se precisan unas 5 ton. de madera para producir 1 m<sup>3</sup> de hojas de chapa.
- Tableros de fibra: 2,4 t/m<sup>3</sup>  
Se necesitan unas 2,4 ton. de madera para producir 1 m<sup>3</sup> de tableros de fibra.
- Postes: 1 pieza/pieza  
Se requiere 1 pieza de madera para producir una pieza de poste.

## 2) Pinos

- Pulpa Kraft Cruda (PKC): 4 t/t  
Se precisan aproximadamente 4 ton. para producir 1 ton. de PKB.
- Pulpa Mecánica (PM): 2,1 t/t  
Se precisan aproximadamente 2,1 ton. para producir 1 ton. de PM.
- Madera Aserrada: 4,3 kg/pie  
Se precisan unos 4,3 kg. de madera para producir 1 pie de madera aserrada (1 pie x 1 pie x 1 pulgada).
- Hojas de Chapa: 4,3 t/m<sup>3</sup>  
Se precisan unas 4,3 ton. de madera para producir 1 m<sup>3</sup> de hojas de chapa.

## 3) Álamos y Sauces

- Pulpa Semicuímica (PSQ): 2,7 t/t  
Se precisan aproximadamente 2,7 ton. para producir 1 ton. de PSQ.
- Madera Aserrada: 4 kg/pie  
Se precisan unos 4 kg. de álamo para producir 1 pie de madera aserrada (1 pie x 1 pie x 1 pulgada).
- Tableros de Partículas: 1,5 t/m<sup>3</sup>  
Se precisan unas 1,5 ton. de madera para producir 1 m<sup>3</sup> de tableros de partículas.

### 4.2.5 Peso Volumétrico por Especies

Los pesos volumétricos de madera por especies en Uruguay son los siguientes:

- E. grandis: 0,43 t/m<sup>3</sup>
- E. globulus: 0,51 t/m<sup>3</sup>
- P. taeda: 0,365 t/m<sup>3</sup>
- P. elliotii: 0,365 t/m<sup>3</sup>
- P. pinaster: 0,44 t/m<sup>3</sup>
- Álamos: 0,34 t/m<sup>3</sup>
- Sauces: 0,34 t/m<sup>3</sup>

## 4.2.6 Precios de la Madera como Materia Prima y Productos Manufacturados

### 4.2.6.1 Precios de la Madera como Materia Prima

Los precios de fábrica de la madera (materia prima con una humedad de aprox. 60% por especie, ítem y por región son los siguientes:

#### 1) Eucaliptos

- Leña  
Región 7: U\$S 8 – 11 /t  
Región 9: U\$S 9 – 13 /t  
Región 2: U\$S 14 – 16 /t  
Distrito de Montevideo: U\$S 15 – 17 /t

Los precios de los árboles en pie en los bosques de los alrededores de Montevideo y en las Regiones 2 y 9 están entre U\$S 4 – 5 /t como mínimo.

- Madera para pulpa  
Departamento de Colonia (sur): U\$S 35 – 40 /t
- Madera para aserrar  
Región 7: U\$S 17 – 19 /t  
Región 9: U\$S 13 – 15 /t  
Región 2: U\$S 17 – 20 /t  
Distrito de Montevideo: U\$S 25 – 29 /t
- Madera para Tableros Terciados  
Montevideo: U\$S 27/t
- Madera para Tableros de Partículas  
Montevideo: U\$S 27/t
- Madera para Postes  
Florida  
Postes de alambrado: U\$S 1,20/pieza  
Postes eléctricos: U\$S 5 – 10/pieza
- Rollos de Eucalipto para Exportación  
E. grandis (FOB Montevideo)  
1988: U\$S 32 /m<sup>3</sup>  
1989: U\$S 38 /m<sup>3</sup>  
1990: U\$S 38 /m<sup>3</sup>  
E. globulus (FOB Montevideo)  
1990: U\$S 43,5 /m<sup>3</sup>

2) Pinos

- Madera para Pulpa  
Región 9: U\$S 18 – 24 /t
- Madera para Aserrar  
Región 7: U\$S 25 – 28 /t  
Región 9: U\$S 25 – 28 /t  
Región 2: U\$S 26 – 32 /t  
Montevideo: U\$S 29 – 44 /t

El *P. taeda* y *P. elliottii* se utilizan principalmente en aserraderos en las Regiones 7 y 9, mientras que *P. radiata* y *P. pinaster* se utilizan principalmente en aserraderos de los alrededores de Montevideo.

- Madera para Tableros Terciados  
Montevideo: U\$S 43 /t

3) Álamos y Sauces

- Madera de Álamo para Pulpa  
Región 9: U\$S 13 – 14 /t
- Madera de Álamo para Aserrar  
Región 9: U\$S 20 /t  
Montevideo: U\$S 33 /t
- Madera para Tableros de Partículas  
Montevideo: U\$S 20 /t

Los precios de fábrica arriba mencionados de madera por especies, ítem y región se resumirán en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Precios de Fábrica de la Madera por Especies, Ítem y Región (en agosto de 1990)

ESPECIE		Eucalyptus			Pinus			Popu- lus spp.	Salix spp.
ÍTEM	REGION	calo- rado	rosado	blanco	taeda elliottii	radiata	Pinaster		
1. Leña	U\$\$/t								
Región 7		8-11	8-11						
Región 9		9-13	9-13						
Región 2		14-16	14-16	14-16					
Montevideo		15-17	15-17	15-17					
2. Pulpa									
Región 9					18-22			13-14	
Departamento de Colonia (sur)				35-40					
3. Aserrar	U\$\$/t								
Región 7		17-19	17-19		25-28				
Región 9		13-15	13-15		25-28			20	
Región 2		17-20	17-20	17-20		26-32	26-32		
Montevideo		25-29	25-29	25-29		29-32	37-44	33	
4. Tableros Terciados	U\$\$/t								
Montevideo		27	27	27			43		
5. Tableros de partículas	U\$\$/t								
Montevideo								20	
20								20	
6. Tableros de fibra	U\$\$/t								
Montevideo				27					
7. Postes	U\$\$/t								
Florida		1.20	5-10	1.20					
8. Rollos para exportación (FOB)	U\$\$/m <sup>3</sup>								
			38	43.5					

#### 4.2.6.2 Precios de los Productos Manufacturados

Los precios de los productos de madera manufacturados son los siguientes:

1) Leña

Eucaliptos (aprox. 30% de humedad)

- Industrial (Región 9): U\$S 20 - 21 /t

Hogar (Montevideo): U\$S 40 - 42 /t

2) Papel y Pulpa

	Nacional U\$S/kg	Exportaciones FOB U\$S /kg
Papel de impresión y de escribir:	1,46	1,01
Papel de embalaje:	1,06	0,73
Papel higiénico:	0,95	0,56
Pulpa kraft blanqueada:	0,82	0,62

3) Madera Aserrada

Eucaliptos: U\$S 0,34 - 0,18 /pie

Pinos: 0,38 - 0,20 /pie

Álamos: 0,36 - 0,19 /pie

4) Tableros Terciados

- Grosor 3 mm: U\$S 417 /m<sup>3</sup>

Cara Eucaliptos

Relleno Eucaliptos

Contracara Eucaliptos

- Grosor 3 mm: U\$S 708 /m<sup>3</sup>

Cara

Relleno Eucaliptos

Contracara Eucaliptos

5) Tableros de Partículas

- Grosor 16 mm: U\$S 292 /m<sup>3</sup>

Cara ninguno

- Grosor 15 mm: U\$S 500 /m<sup>3</sup>

Cara

6) Tableros de Fibra

- Grosor 3,6 mm: U\$S 427 /m<sup>3</sup>

7) Postes

- Postes de alambrado: U\$S 3 – 4 /pieza  
(Eucaliptos colorado y blanco)
- Postes eléctricos: U\$S 15 – 30 /pieza  
(Eucaliptos rosados)

## 5. Modelo de Costos/Beneficios de Plantación

En esta sección se describirá un modelo de cálculo de costos y beneficios de plantación suponiendo que se planten eucaliptos en un área de 100 ha.

### 1) Costos de Plantación de Eucaliptos

Se plantarán 1.110 árboles por hectárea. La rotación son diez años. Las plantas serán compradas al precio fijado por la Dirección Forestal. Los costos por hectárea por ítem se resumen del modo siguiente:

(1) Costos de Plantación: Los costos de plantación en el primer y segundo año de plantación se muestran en la Tabla 5.1 (la Tabla 5.2 muestra el proceso de plantación como base para el cálculo).

(2) Costos del Equipo de Lucha Contra el Fuego

Se hará una inversión de U\$S 21,00 el año primero, once y veintiuno.

(3) Costos de Mantenimiento e Inspección

1)	Lucha contra el fuego	U\$S 2,10
2)	Carpida de franjas antifuego	U\$S 1,11
3)	Inspección	U\$S 4,95

---

Total	U\$S 8,16
-------	-----------

---

### 2) Costos de Explotación de Eucaliptos

Los supuestos para el cálculo de los costos son los siguientes:

La rotación son diez años. Con base a la "Tabla Volumétrica 1" del Apéndice 7 al volumen suplementario del "Informe de Estudio", se producirán 238 m<sup>3</sup> de rollos por ha. y todos ellos se descortezarán para madera de pulpa. El volumen de los rollos descortezados disminuirá al 80% de los rollos con corteza. Por consiguiente, la producción de rollos descortezados por ha. será 238 m<sup>3</sup> x 0,8 = 190,4 m<sup>3</sup>. Las edades de cosecha de la primera generación de los árboles plantados, y la segunda y tercera generaciones de ellos de brotes son 10 años, 20 años y 30 años respectivamente.

Costos de Explotación de Madera de Pulpa por m<sup>3</sup> de rollos  
(ver el Capítulo 2 "Extracción de la Madera")

Costos de explotar, aserrar y descortezar	U\$S 2,86 /m <sup>3</sup> (ver 2.3.1.3)
Costos de arrastre y de apilamiento	U\$S 1,23 /m <sup>3</sup> (ver 2.3.2.2)
Costos de carga	U\$S 0,63 /m <sup>3</sup> (ver 2.4.3)

---

Total	U\$S 4,72 /m <sup>3</sup>
-------	---------------------------

---

Los costos de explotación por ha son 4,72 /m<sup>3</sup> x 190,4 m<sup>3</sup> = U\$S 898,69

Tabla 5-1 Costos de Plantación de Eucaliptos (por ha)

Ítem	Unidad	Precio Unitario US\$	1er. Año		2do. Año	
			Cantidad	Valor US\$	Cantidad	Valor US\$
Planta	pieza	0.07	1,277.0	89.39		
Veneno contra hormigas	kgs	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80
Trabajador especializado	hr	1.075	2.30	2.47	1.10	1.18
Trabajador general	hr	0.825	89.00	73.43	8.00	6.60
Fueloíl	Lts	0.364	27.70	10.08	12.10	4.40
Lubricante	Lts			3.02		1.32
Reparación	Ha	4.09	1.0	4.09	0.46	1.87
Depreciación	ha	3.02	1.0	3.02	0.44	1.32
Cercado	m	1.00	25.0	25.00		
Subtotal	Ha			213.30		19.49
Gastos imprevistos	Ha	5% del subtotal		10.67		0.97
Total				223.97		20.46
Gastos indirectos		8% del total		17.92		1.64
Total				241.89		22.10

Tabla 5-2 Proceso de Plantación de Eucaliptos (por ha)

1.110 Plantas de Eucalipto/ha

Trabajo		1er. Año			2do. Año		
		Hora			Hora		
		Máquina	Trabajador		Máquina	Trabajador	
			Especializado	General		Especial	General
Control de hormigas	Manual			8.0		8.0	
Preparación de tierra	Tractor	0.80	0.80				
	Ratovador	0.80					
Transporte de Plantas	Tractor	0.20	0.20				
	Zorra	0.20					
	Manual			1.0			
Plantación	Manual			35.0			
Plantación suplementaria	Tractor	0.20	0.20				
	Zorra	0.20					
	Manual			17.0			
Carpida	Tractor	1.10	1.10		1.10	1.10	
	Ratativa	1.10			1.10		
	Manual			28.0			

	Hora		1er Año (U\$S)			2do. Año (U\$S)		
	1er Año	2do. Año	Repara- ción	Depre - ciación	Total	Repara- ción	Depre- ciación	Total
Máquina								
Tractor	2.30	1.10	2.99	1.84	4.83	1.43	0.88	2.31
Rotovador	0.80		0.56	0.64	1.20			
Zorra	0.40		0.10	0.10	0.20			
Rotativa	1.10	1.10	0.44	0.44	0.88	0.44	0.44	0.88
			4.09	3.02	7.11	1.87	1.32	3.19
Trabajador								
Especia- lizado	2.30	1.10						
General	89.00	8.00						
Combustible lt	27.7	12.1						
Lubricante	30% del costo de combus- tible							

3) Costo de Desbrote de Eucaliptos

Un costo de U\$S 33,00 /ha se ha incluido en los gastos cada año después de la tala, o sea, el año número once y el año número 21 después de plantar.

Los totales de los costos de plantación y explotación por hectárea de eucalipto por año se enumeran en la Tabla 5.3.

4) Costo de la Tierra

Suponiendo que el precio de la tierra sea U\$S 350 /ha, y que los árboles se planten en el 80% del área total, el costo de la tierra del sitio de plantación será U\$S 437,50 /ha.

5) Beneficios de la Plantación de Eucaliptos

En el supuesto de que los eucaliptos plantados se exporten como madera para pulpa, el precio de la madera en camión en los bosques se calcula del modo siguiente:

1.	Precio FOB (MVD)	U\$S 35,00/m <sup>3</sup>
2.	Cargos varios (gastos de agencia y otros)	U\$S 2,91/m <sup>3</sup>
3.	Impuesto de puerto, etc. (mantenimiento, almacenamiento e impuestos)	U\$S 7,02/m <sup>3</sup>
4.	Costos de poner flejes	U\$S 2,90/m <sup>3</sup>
5.	Costos de transporte (ferrocarril 350 km, camión 60 km)	U\$S 8,54/m <sup>3</sup>
6.	Costos de carga y de descarga (camión, tren)	U\$S 0,24/m <sup>3</sup>
<hr/>		
7.	Suma de ítemes 2 a 6 Gastos Totales	
<hr/>		
	Precio en camión en el bosque (ítemes 1 a 7)	U\$S 13,39/m <sup>3</sup> U\$S 13,40/m <sup>3</sup>

Table 5-3 Costos de Plantación y Explotación de Eucaliptos  
(por ha)

en US\$

Año	Planta- ción	Equipo antifuegos	Manten- miento Inspec- ción	Tala, Descortez., Arrastre, Carga	Desbrote	Total
1	241.89	21.00	8.16			271.05
2	22.10		8.16			30.26
3			8.16			8.16
4			8.16			8.16
5			8.16			8.16
6			8.16			8.16
7			8.16			8.16
8			8.16			8.16
9			8.16			8.16
10			8.16	898.69		906.85
11		21.00	8.16		33.00	62.16
12			8.16			8.16
13			8.16			8.16
14			8.16			8.16
15			8.16			8.16
16			8.16			8.16
17			8.16			8.16
18			8.16			8.16
19			8.16			8.16
20			8.16	898.69		906.85
21		21.00	8.16		33.00	62.16
22			8.16			8.16
23			8.16			8.16
24			8.16			8.16
25			8.16			8.16
26			8.16			8.16
27			8.16			8.16
28			8.16			8.16
29			8.16			8.16
30			8.16	898.69		906.85
Total	263.99	63.0	244.80	2,696.07	66.00	3,333.86

De modo que el beneficio por ha. es:

$$\text{U\$S } 13,40 / \text{m}^3 \times 190,4 \text{ m}^3 = \text{U\$S } 2,551,36$$

El costo normal de plantación de eucaliptos cuando se plantan 1.110 piezas por ha. para solicitar subsidios en 1990 es N \$ 247.000 (= U\$S 214,78). El costo normal de mantenimiento es del 10% o U\$S 21,48. El total es U\$S 236,26. Cincuenta por ciento del total se incluye en los presupuestos como subsidios (el año después de plantar).

Los resultados del cálculo de costos y beneficios de acuerdo a los supuestos anteriores de plantación de eucaliptos por ha. se muestran en la Tabla 5.4. Los resultados del cálculo de la tasa interna (FIRR) de Retorno T.I.R. durante 30 años en la plantación de 100 ha. de eucaliptos se muestran en la Tabla 5.5.

Table 5-4 Costos y Beneficios de Plantación de Eucaliptos (por ha)

US\$

Año	Costo			Beneficio			Beneficio - Costo Total Cumulativo
	Tierra	Plantación/ Explotación	Total	Subsidios	Ventas de rollos	Total	
1	437.50	271.50	708.55				- 708.55
2		30.26	30.26	118.13		118.13	- 620.68
3		8.16	8.16				- 628.84
4		8.16	8.16				- 637.00
5		8.16	8.16				- 645.16
6		8.16	8.16				- 653.32
7		8.16	8.16				- 661.48
8		8.16	8.16				- 669.64
9		8.16	8.16				- 677.80
10		906.85	906.85		2,551.36	2,551.36	966.71
11		62.16	62.16				904.55
12		8.16	8.16				896.39
13		8.16	8.16				888.23
14		8.16	8.16				880.07
15		8.16	8.16				871.91
16		8.16	8.16				863.75
17		8.16	8.16				855.59
18		8.16	8.16				847.43
19		8.16	8.16				839.27
20		906.85	906.85		2,551.36	2,551.36	2,483.78
21		62.16	62.16				2,421.62
22		8.16	8.16				2,413.46
23		8.16	8.16				2,405.30
24		8.16	8.16				2,397.14
25		8.16	8.16				2,388.98
26		8.16	8.16				2,380.82
27		8.16	8.16				2,372.66
28		8.16	8.16				2,364.50
29		8.16	8.16				2,356.34
30		906.85	906.85		2,551.36	2,551.36	4,000.85
To- tal	437.50	3,333.86	3,771.36	118.13	7,654.08	7,772.21	4,000.85

6) Cálculo de Costos y Beneficios

El total de los gastos en 30 años es U\$S 377.136, mientras que el total de las ganancias es U\$S 777.221. Un balance nominal simple muestra unos beneficios de U\$S 400.085. Cuando se resta el valor de la tierra, la ganancia interna es del 15,59%.

Por otra parte, los ingresos y los gastos por hectárea de agricultura y de ganadería calculados sobre la base de un índice 100 de productividad Conéat (desde el 1 de julio hasta el 30 de junio de 1989) se publicaron así:

Ingreso Bruto:	N\$ 18.803,75 (U\$S 41,88)
Gastos:	N\$ 10.266,43 (U\$S 22,87)
Ingreso Neto:	N\$ 8.537,32 (U\$S 19,01)

(Suponiendo que el valor del cambio medio sea \$N 449 contra el dólar norteamericano)

En el supuesto de que los gastos y los ingresos brutos de agricultura y ganadería sean los mismos que los de arriba cada mes, se comparan 100 ha. de eucaliptos con la agricultura y la ganadería a un descuento del 10% en 30 años en relación al valor actual. Los resultados son los siguientes:

Valor actual (10%) de plantación de eucaliptos	U\$S 37.625
Valor actual (10%) de agricultura y ganadería	U\$S 19.710

El índice de capacidad de producción de las áreas de prioridad de plantación es aproximadamente 70 en promedio. Por consiguiente, el valor de la plantación es superior.

Table 5-5 Cálculo de Ganancia Interna en Plantación de Eucaliptos de 100 ha

en US\$

Año	Total de Costos	Total de Beneficios	Valor Actual			Valor Actual		
			Coficiente de Descuento 10%	Costo	Beneficio	Coficiente de Descuento 20%	Costo	Beneficio
1	70,855		1.000	70,855		1.000	70,855	
2	3,026	11,813	0.9091	2,751	10,739	0.8333	2,522	9,844
3	816		0.8264	674		0.6944	567	
4	816		0.7513	613		0.5787	472	
5	816		0.683	557		0.4823	394	
6	816		0.6209	507		0.4019	328	
7	816		0.5645	461		0.3349	273	
8	816		0.5132	419		0.2791	228	
9	816		0.4665	381		0.2326	190	
10	90,685	255,136	0.4241	38,460	108,203	0.1938	17,575	49,445
11	6,216		0.3855	2,396		0.1615	1,004	
12	816		0.3505	286		0.1346	110	
13	816		0.3186	260		0.1122	92	
14	816		0.2897	236		0.0935	76	
15	816		0.2633	215		0.0779	64	
16	816		0.2394	195		0.0649	53	
17	816		0.2176	178		0.0541	44	
18	816		0.1978	161		0.0451	37	
19	816		0.1799	147		0.0376	31	
20	90,685	255,136	0.1635	14,827	41,715	0.0313	2,838	7,986
21	6,216		0.1486	924		0.0261	162	
22	816		0.1351	110		0.0217	18	
23	816		0.1228	100		0.0181	15	
24	816		0.1117	91		0.0151	12	
25	816		0.1015	83		0.0126	10	
26	816		0.0923	75		0.0107	9	
27	816		0.0839	68		0.0087	7	
28	816		0.0763	62		0.0073	6	
29	816		0.0693	57		0.0061	5	
30	90,685	255,136	0.063	5,713	16,074	0.0051	462	1,301
Total	377,136	777,221		141,862	176,731		98,459	68,576
			Valor de Tierra Remanente	-2,756		Valor de Tierra Remanente	- 223	
			Total	139,106		Total	98,236	

Ganancia Interna 15,59%