



Cómo cubicamos la madera

Cartilla de Capacitación PROBOSQUE II



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto de Gestión Integral de
Bosques para la Reducción de la
Deforestación (PROBOSQUE II)

CÓMO CUBICAMOS LA MADERA

Cartilla de capacitación PROBOSQUE II



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto de Gestión Integral de
Bosques para la Reducción de la
Deforestación (PROBOSQUE II)



Autoridades

Presidente Constitucional del Estado Plurinacional
Luis Arce Catacora

Ministro de Medio Ambiente y Agua
Juan Santos Cruz

Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y de Gestión y Desarrollo Forestal
Magin Herrera López

Director - Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal
Omar Tejerina Vértiz

Campero, Pavel. Cómo cubicamos la madera. Cartilla de capacitación PROBOSQUE II. Abril 2022

Revisión técnica

Carola Buitron, Orlando Melgarejo, Nicolás Boettges, Marco Urey, Erik Arancibia, Wolfgang Sauren.

Fotografías

Juan Marcelo Alvarez y Asesores Técnicos Proyecto PROBOSQUE II.

Revisión gráfica

Unidad de Comunicación GIZ.

Diseño Gráfico y edición

Juan Marcelo Alvarez

Esta publicación ha sido elaborada por la Cooperación Alemana a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su Proyecto Gestión Integral del Bosque para la Reducción de la Deforestación - PROBOSQUE II ejecutado junto a la Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal (DGGDF) por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento, sin fines comerciales, citando adecuadamente la fuente.

Agradecimientos

La cartilla fue producida durante el inicio de pruebas de trabajo para el uso de tecnologías de aserrío móvil en la Comunidad Río Blanco, Concepción. Gran parte de las fotografías, información y la validación del material fue desarrollada con el grupo productivo "León" de la comunidad. Un agradecimiento especial para todos y todas las participantes del grupo productivo de aserrío móvil de Río Blanco.

Santa Cruz, Bolivia, 2022

Contenido

Introducción	5
Cómo usar la cartilla	7
Qué es la cubicación	8
Instrumentos utilizados para la medición	8
Unidades de medida	9
Medidas lineales	10
Medidas de área	11
Medidas de volumen	11
Equivalencias y conversiones	12
Formas de medir el volumen de árboles en pie, troza o sección o madera simplemente aserrada	16
Cubicación de un árbol en pie	17
Cubicación de madera en troza o sección	20
Cubicación de madera aserrada	25
Redondeo de pies y pulgadas	27

Cómo cubricamos la madera

Objetivo de la cartilla

Brindar conocimientos para estandarizar los métodos empleados para la cubicación de productos forestales a partir de un instrumento de consulta práctica para realizar la medición y cuantificación de la madera en rola o simplemente aserrada

Preguntas que guían los contenidos

- ¿Para qué cubricamos la madera?
- ¿Qué instrumentos se utilizan para cubicar la madera?
- ¿Cuáles son las medidas y fórmulas matemáticas que se toman en cuenta para calcular el volumen de la madera?
- ¿Cuáles son las equivalencias que debemos conocer para realizar las mediciones lineales, de área y volumen de la madera?

Formas de abordaje

La cartilla está pensada para ser un instrumento complementario a procesos de capacitación del proyecto PROBOSQUE II en las comunidades de San Ignacio de Velasco, Concepción y San Antonio de Lomerío. Puede ser utilizada como parte de:

Talleres

Trabajos comunales en el bosque

Material de consulta

Ficha técnica PRODUCTO FORESTAL MADERABLE

OBJETIVO Mejorar los sistemas de aprovechamiento forestal comunal en áreas de manejo

RESULTADOS ESPERADOS Incrementar las capacidades de comunidades para la generación de valor agregado en la producción forestal

USOS Manejo de bosques comunales para el aprovechamiento de productos forestales maderables y su transformación

DESTINATARIOS Comunidades productoras con planes de manejo forestal

¿POR QUÉ? La **producción forestal** a nivel comunitario ha estado marcada por la venta de madera en pie sin agregación de valor para su comercialización.



Introducción

El Proyecto Gestión Integral de Bosques para la Reducción de la Deforestación II (PROBOSQUE II) es una iniciativa implementada de manera conjunta entre el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia a través de la Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal (DGGDF) y la Cooperación Alemana a través de la GIZ. Entre sus objetivos se encuentra la promoción de la gestión integral y sustentable del bosque, contemplando tanto productos maderables, como no maderables y otros usos complementarios.

El presente manual está dirigido a los pequeños productores que quieran conocer cómo se realiza el cálculo para cubicar la madera. Mediante la cubicación se puede realizar la estimación del volumen de un árbol, de

madera rolliza (troza o sección) y de madera ya procesada (madera simplemente aserrada) que proviene del aprovechamiento de las áreas comunales bajo manejo forestal.

Este cálculo, permite a la vez analizar los ingresos que se puedan generar por la comercialización de madera simplemente aserrada.

El desarrollo de las capacidades de productores comunitarios para la cubicación de madera, se inscribe en las acciones que promueve el Proyecto PROBOSQUE II en su componente de aserrío móvil a partir de la incorporación de tecnologías que buscan brindar mayores oportunidades de agregación de valor a la producción forestal sustentable.



Primera práctica de uso de tecnologías de bajo impacto y bajo costo para el aserrío móvil. Grupo Aserrío León de la Comunidad Río Blanco, Concepción. Febrero de 2021.

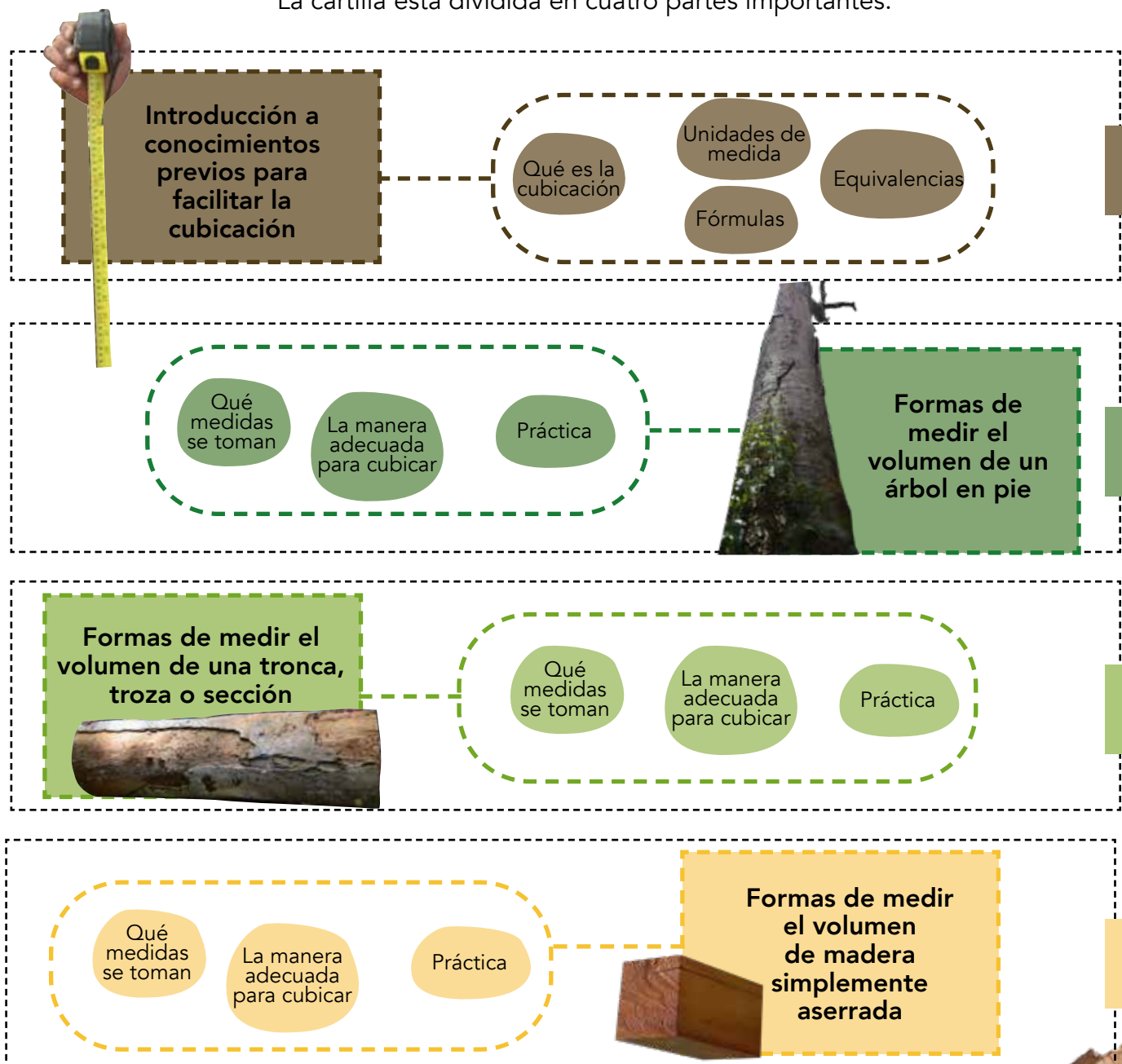
■ Cómo usar la cartilla

La cartilla de cubicación de madera, está pensada para apoyar a los pequeños productores y productoras que aprovechan sosteniblemente los recursos maderables del bosque. Se la ha preparado especialmente para las comunidades que han iniciado las pruebas de transformación de productos maderables a partir de tecnología de aserrío móvil con el Proyecto PROBOSQUE II:

Río Blanco y Santa Mónica en el Municipio de Concepción, Las Trancas y Palestina en Lomerío y San Josecito del Sarí en San Ignacio de Velasco.

Sin embargo, puede ser utilizada por cualquier persona que se inicia o quiere conocer cómo cuantificar el volumen de madera aprovechable que existe en un árbol en pie, troza o sección, o madera simplemente aserrada.

La cartilla está dividida en cuatro partes importantes:



■ Qué es la cubicación

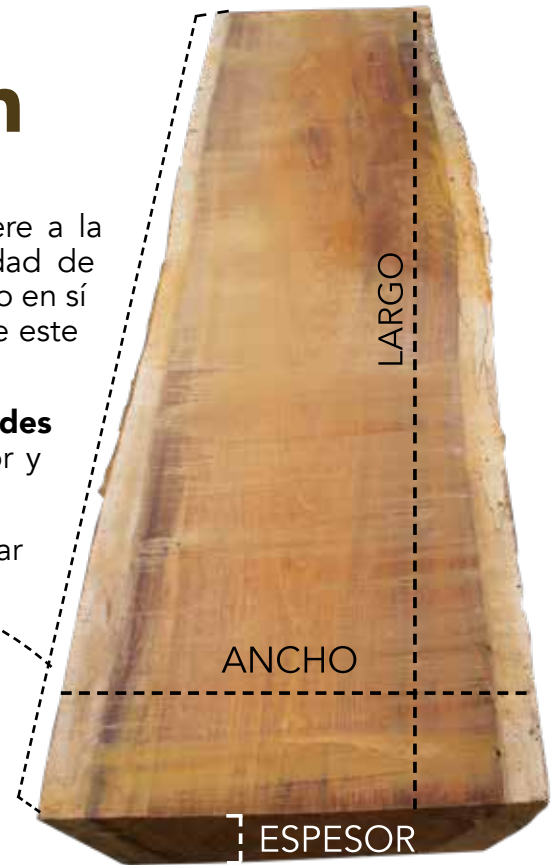
La cubicación es el término por el que comúnmente se refiere a la forma de dimensionar, medir o calcular el volumen o cantidad de madera existente en una pieza, sección, troza o árbol. El término en sí proviene de la unidad de medida que se utiliza para objetos de este tipo: el metro cúbico.

Para conocer las dimensiones de los objetos, se utilizan las **Unidades de Medida**. Estas sirven para calcular el largo, ancho, espesor y diámetros de cualquier objeto, es decir sus **dimensiones**.

Por ejemplo, en un bloque de madera aserrada se puede observar y medir tres dimensiones:

Ancho, espesor y largo

Estas serán definidas por las **unidades de medida** que son tomadas por instrumentos de medición como la regla, flexómetro o la huincha.



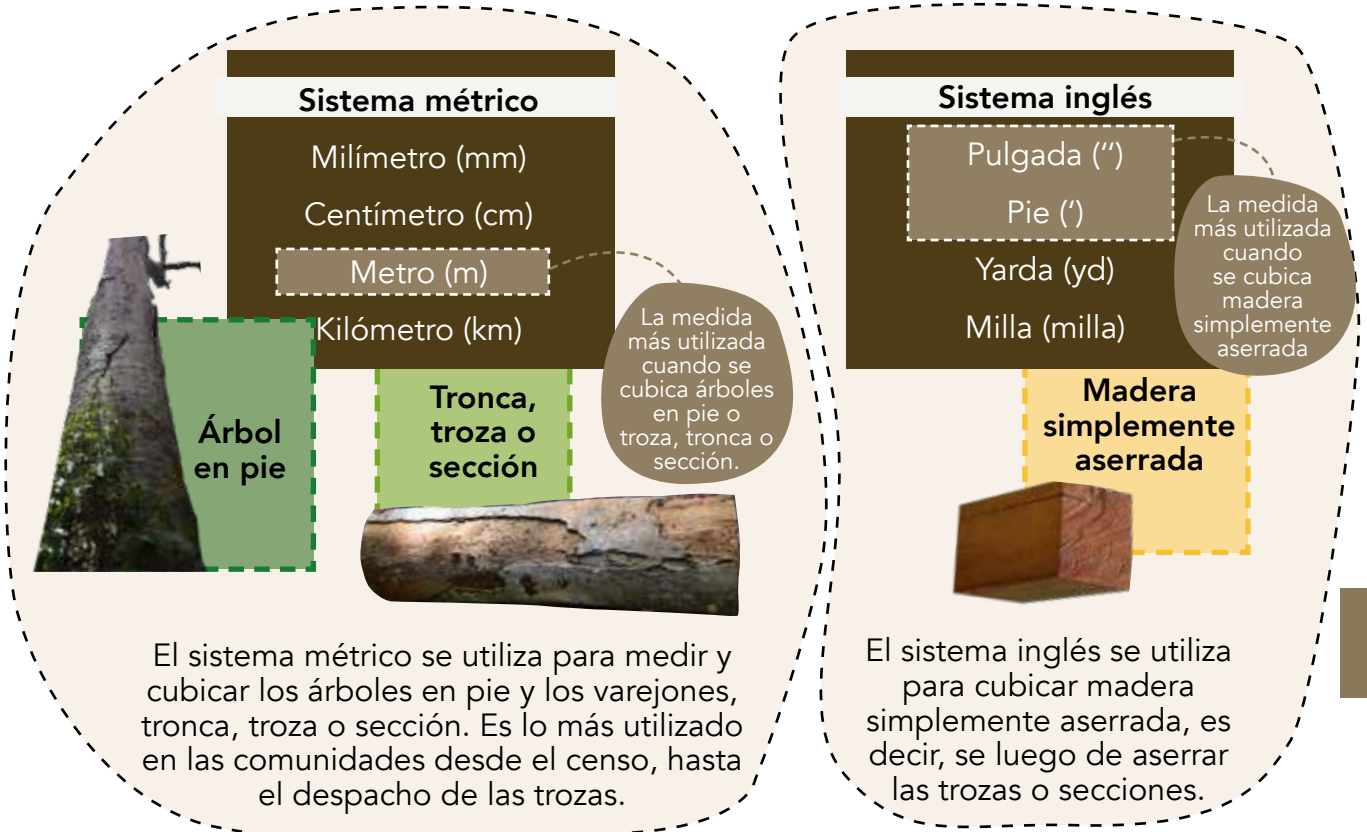
■ Instrumentos utilizados para la medición

Para realizar la cubicación de madera simplemente aserrada, tronca, troza o sección en campo, se utiliza el flexómetro o huincha métrica. Ambos instrumentos tienen medidas en milímetros, centímetros, metros, pulgadas y pies.



Unidades de medida

En Bolivia se manejan dos sistemas de medición que son importantes a la hora de cubicar: el Sistema Métrico y el Sistema Inglés:



La mayoría de los flexómetros en nuestro medio, cuentan con medidas en centímetros, metros (m), pulgadas (") y pies ('), es decir nos sirven para trabajar con ambos sistemas.



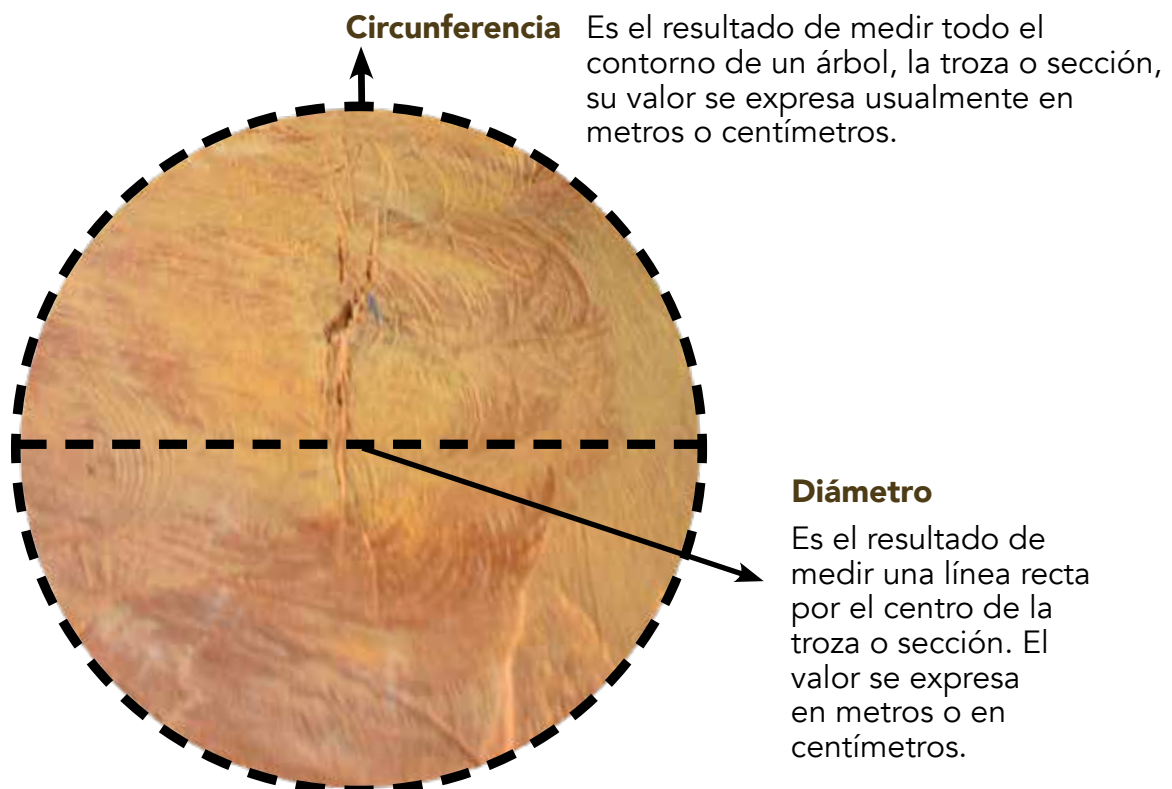
Medición de una tabla antes de un defecto = 8 pulgadas o 20 cm. Foto en San Josecito del Sari.

Medidas lineales

Cuando se mide un objeto o superficie plana se utiliza las **medidas lineales**. Para saber su tamaño o magnitud, se utilizan instrumentos de medición que muestran los datos en milímetros, centímetros, pulgadas, pies, metros, etc. y miden una sola dimensión del objeto, ya sea el largo o ancho.



Para medir un objeto circular o cilíndrico como los árboles, se utiliza las medidas lineales para conocer el **diámetro** y la **circunferencia**.



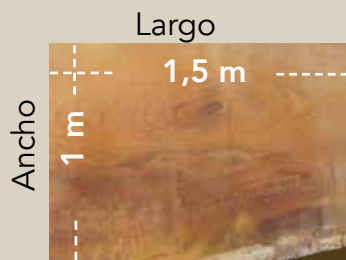
Medidas de área

Cuando se miden dos dimensiones, se está calculando el área de un objeto. A estas medidas se las llama **medidas de área**. El área se obtiene multiplicando las dimensiones (largo, ancho) obtenidas de un objeto. Tradicionalmente se utiliza al medir áreas productivas.

Veamos un ejemplo: Si tenemos una mesa y queremos saber cuál su área, entonces usamos un flexómetro o wincha y medimos sus dos dimensiones.

Ejemplo

Se debe medir 2 dimensiones lineales: el ancho y el largo.



$$1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 1,5 \text{ m}^2$$

Se multiplican ambas dimensiones, y el resultado es que la mesa tiene un área de 1,5 metros cuadrados (m^2).

Medidas de volumen

Si se combinan las tres dimensiones, el largo, ancho y espesor de un objeto, se está midiendo el **volumen**. Este tipo de medida es la que se usa para el cálculo de madera en diferentes formas (árboles, tronca, troza o sección) y es de donde proviene el término "cubicar la madera", en referencia a la medida principal de volumen, el **metro cúbico**.

Veamos un ejemplo: Si queremos conocer qué volumen tiene una tabla o tablón.

Ejemplo

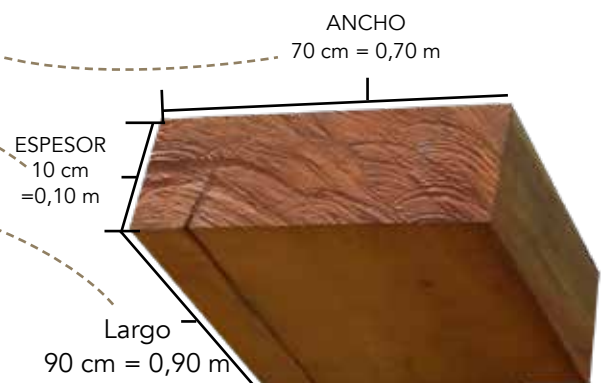
En este caso, se miden las tres dimensiones y se multiplican los datos obtenidos:

$$\begin{aligned} &0,70 \text{ m} \\ &0,10 \text{ m} = 0,063 \text{ m}^3 \\ &\times 0,90 \text{ m} \end{aligned}$$

Es importante transformar los datos a una sola medida. En este caso:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \text{ entonces } 70 \text{ cm} = 0,7 \text{ m}$$

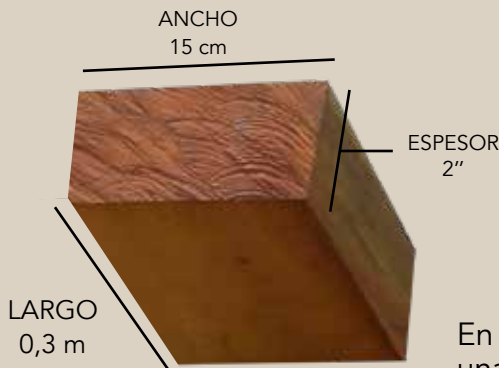
Al medir 3 dimensiones, el resultado se expresa en una medida de volumen, en este caso en metros cúbicos (m^3).



Equivalencias y conversiones

Cuando se mide un objeto es importante utilizar **una sola unidad, conocer las equivalencias de valores** entre las diferentes unidades **o cómo transformarlas**. Estos cálculos, son elementos básicos e importantes para la cubicación.

Ejemplo



Esta pieza de madera ha sido medida en diferentes unidades: centímetros (cm), metros (m), y pulgadas ("). Para conocer su volumen (en m³) deberíamos multiplicar todos sus lados:

$$15 \text{ cm} \times 0,3 \text{ m} \times 2'' = ? \text{ m}^3$$

En este caso se debe transformar las medidas a una sola unidad. Para ello es importante conocer las equivalencias o proporciones de cada medida frente a la otra.

Cada unidad de medida tiene un símbolo para identificarse: Milímetro (mm), centímetro (cm), pulgada ("), pie ('), metro (m), kilómetro (km) y equivale a un valor o proporción cuando se compara con otra. En el caso del sistema métrico, se da en múltiplos de 10, pero el sistema inglés tiene otros valores. La tabla siguiente detalla las equivalencias básicas entre las diferentes unidades de medida lineal.

Equivalencias de unidades lineales

	mm	cm	m	"	'
1 mm	1	0.1	0.001	0,039	0,00328
1 cm	10	1	0,01	0,39	0,0328
1 m	1000	100	1	39,37	3,28
1 " (pulgada)	25,4	2,54	0,0254	1	0,0833
1 ' (pie)	304,8	30,48	0,3048	12	1

1 Pulgada = 2,54 cm

1 pie = 30,48 cm



10 cm = 100 mm
 10 cm = 0,1 m
 10 cm = 3,93 pulgadas

Los flexómetros o huinchas métricas también ayudan a hacer la conversión ya que tienen milímetros (mm), centímetros (cm), metros (m), pulgadas (") y pies (') entre sus unidades de medida.

A la hora de tomar las medidas a un árbol, varejón, troza, sección o madera simplemente aserrada, **se debe utilizar una sola medida**. Sin embargo, es importante conocer como convertir un valor en el caso de ser necesario. Para ello usamos la tabla de equivalencias de unidades lineales.

Ejemplo

1 m = 100 cm = 1000 mm

1' (pie) = 12" (pulgadas) = 0,3048 m (metros) = 30,48 cm

Para descifrar o transformar los valores equivalentes entre las diferentes unidades de medición, se usa los datos conocidos para averiguar el dato desconocido:

Para facilitar el proceso de conversión usamos la tabla de equivalencias de la página anterior:

Cuando se transforma de una unidad más pequeña a una más grande se utiliza la división (÷) de las cifras.	↓ ÷ ↓	1 mm 1 cm 1 m 1" (pulgada) 1' (pie)	↑ x ↑	Cuando se transforma de una más grande a una menor se las multiplica (x).
---	-------------	---	-------------	---

A continuación, algunos ejemplos prácticos para comprender la transformación:

Ejemplo: Tenemos una tabla de 58 cm, ¿a cuántas pulgadas (") equivale?

Operaciones de unidades más grandes a más pequeñas

La tabla de equivalencias muestra que

1" (pulgada) = a 2,54 cm

Cuántas " son 58 cm

$$x = \frac{58 \text{ cm}}{2,54 \text{ "}} = 22,8"$$

El resultado se obtiene dividiendo la cifra a transformar por el dato de la tabla de equivalencias

Ejemplo: Se ha medido una sección de 87 cm, ¿cuántos metros (m) representa?

1 m = 100 cm

Cuántos m son 87 cm

$$x = \frac{87 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 0,87 \text{ m}$$

Ejemplo: Una troza o sección de la troza midió 110 pulgadas ("), ¿a cuántos pies (') equivale?

12" = 1'

Cuántos ' son 110"

$$x = \frac{110 \text{ "}}{12 \text{ "}} = 9,16'$$

Ejemplo: Se ha medido una sección de 8 pies ('), ¿a cuántas pulgadas (") equivale?

1' = 12"

$x = 8 \times 12 = 96 \text{ ''}$

Cuántas '' son 8'

Cuando el dato la unidad de medida inicial es mayor, por ej. de metros (m) a centímetros (cm) o de centímetros (cm) a milímetros (mm), se debe multiplicar los valores.

Ejemplo: Se ha medido una tabla de 3,5 metros (m), ¿a cuántos centímetros (cm) equivale?

1m = 100 cm

$x = 3,5 \times 100 = 350 \text{ cm}$

Cuántos cm son 3,5 m

Ejemplo: La primera tabla de 8 pies (') que equivale a 96 pulgadas ("), ¿a cuántos centímetros (cm) equivale?

1'' = 2,54cm

$x = 96 \times 2,54 = 243 \text{ cm}$

Cuántos cm son 96''

Operaciones de unidades más grandes a más pequeñas

Las medidas de área y de volumen usan una medida lineal inicialmente. De esta forma también responden a la misma técnica para transformar a partir de las equivalencias.

Practiquemos medidas y conversiones

Es bueno recordar que al medir un árbol, troza o madera simplemente aserrada, es mejor hacerlo en una sola unidad de medida para facilitar la cubicación. Se utiliza estos ejemplos como forma de práctica el caso de necesitar convertir medidas:



Esta viga tiene 0,1905 m³ de volumen.

Convertir las tres medidas en metros

Datos

Largo: 1,5 m

Espesor: 254 mm

Ancho: 50 cm

1000 mm = 1 m

254 mm = x m

$x = \frac{254 \text{ mm}}{1000 \text{ m}} = 0,254 \text{ m}$

100 cm = 1 m

50 cm = x m

$x = \frac{50 \text{ mm}}{100 \text{ m}} = 0,5 \text{ m}$

Multiplicamos las 3 cifras para cubicar:

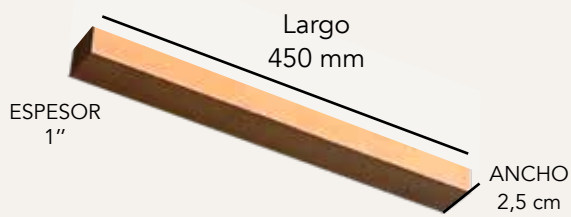
$1,5 \text{ m} \times 0,254 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,1905 \text{ m}^3$

Practicemos medidas y conversiones

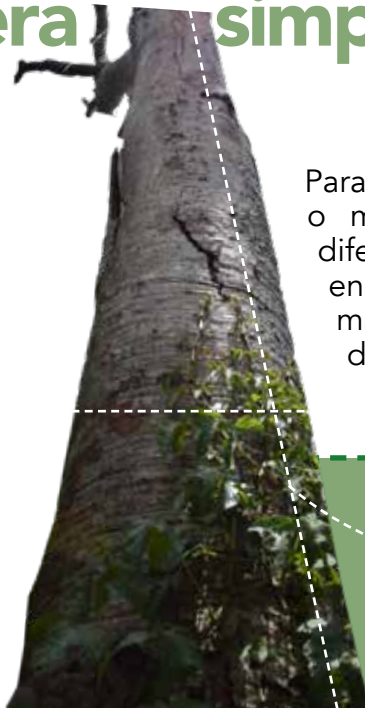
Cubicación
en metros
cúbicos

m³

Ejercitemos con otras tablas:



Formas de medir el volumen de árboles en pie, troza o sección o madera simplemente aserrada



Para medir un árbol, una troza o sección, o madera simplemente aserrada, existen diferentes formas dada su estructura. El árbol en pie tiene forma cilíndrica y siempre será más grueso en la parte inferior. Por ello se deduce su volumen de la siguiente forma:

Árbol en pie

Se mide:

Diámetro a la altura del pecho (DAP)
+ largo comercial (estimado)

La cubicación se realiza en metros cúbicos (m³)

Cuando se ha tumbado el árbol y se identifica el máximo aprovechable (varejón) o se corta en secciones, la estructura continúa siendo cilíndrica, pero también irregular (con un lado más grueso que corresponde a la parte inferior del árbol). Sin embargo, ahora ya se puede medir el largo. El volumen entonces, se mide de la siguiente forma:

Tronca, troza o sección

Se mide

Diámetro mayor +
diámetro menor +
largo



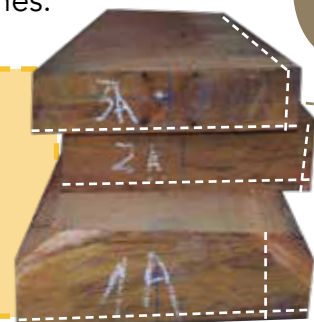
Finalmente, una vez la madera es aserrada, pierde la estructura cilíndrica irregular y puede ser medida en sus tres dimensiones con medidas lineales para calcular el volumen. En este caso se miden las tres dimensiones:

La cubicación se realiza en pie tablar

Madera simplemente aserrada

Se mide:

Ancho + espesor (en
pulgadas) + largo (pie)



Cubicación de un árbol en pie

Cubicación en metros cúbicos
m³

Cuando el árbol aún se encuentra en pie, (es decir en su forma natural en el bosque), para cubicarlo, se debe medir los siguientes valores:



DAP para la cubicación de un árbol en la Comunidad Las Trancas.

Valores para medir	
DAP	Hc
<p>Diámetro a la altura del pecho (DAP) se toma a 1.30 m de altura desde la base del árbol. Se mide en metros.</p>	<p>La altura comercial (H_c), es la altura hasta donde el fuste esté recto. Se estima cuando no se alcanza a tener el dato. Se mide en metros.</p>

Junto a los valores que se miden en el árbol (en metros), se agregan valores fijos según la siguiente fórmula, que ayuda a conocer el volumen y la cantidad de madera que se puede obtener. El resultado es en metros cúbicos (m³):

Valores fijos

$\pi/4$

Pi (π) un dato constante matemático que se resume en el número 3,1416. Dividido entre 4 resulta 0,7854

f

El factor de forma está determinado en 0,75 por normativa nacional.

$V = \pi/4 \times (Dap)^2 \times H_c \times f$

Dónde:

V = Volumen de la madera en **metros cúbicos**

$\pi/4 = (Pi = 3,1416/4)=0,7854$

Dap = Diámetro del árbol a la altura del pecho en **metros**

H_c = Altura comercial del árbol en **metros**

f = Factor de forma = 0.75 (forma del fuste cilíndrico)

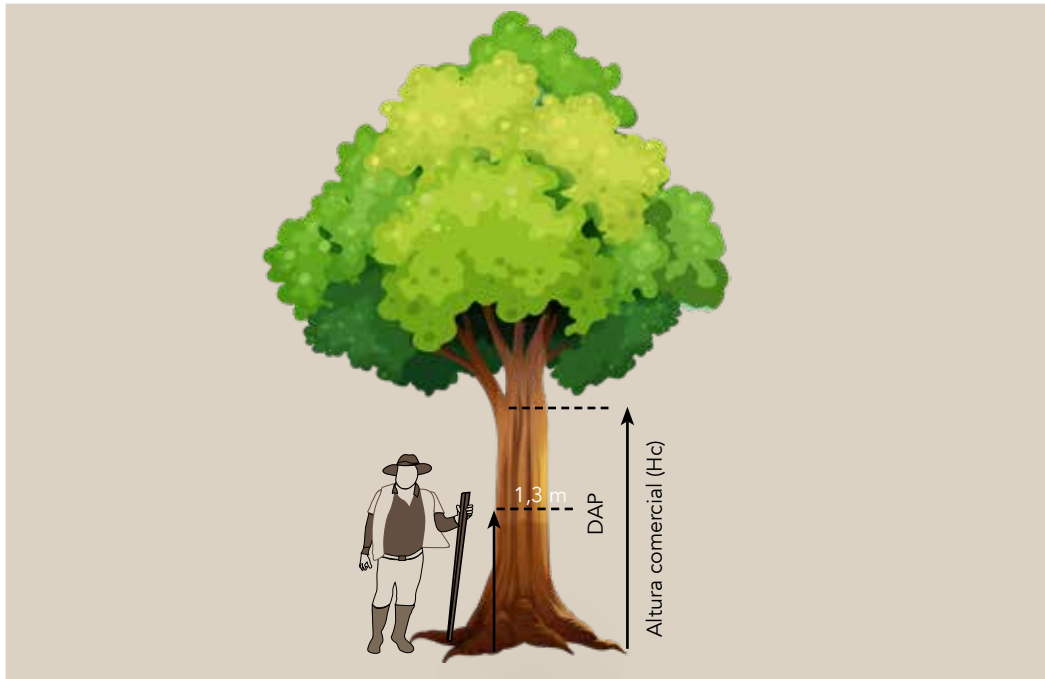
Valores que se deben medir

Valores fijos

Fuente: Directriz Técnica ABT N° 253/2012



En este caso se tomó el DAP por encima del daño estructural causado por incendios. Comunidad Río Blanco



Calcular el volumen del árbol en pie

Una vez tomados los datos del árbol, estos deben ser incorporados reemplazando los datos en la fórmula descrita previamente.

Veamos un ejemplo: Un árbol medido, tiene un estimado de 6 metros de altura comercial y 95 cm de diámetro a la altura de pecho. ¿cuál es su volumen?

Ejemplo Reemplazamos la fórmula con los datos fijos y las medidas y resolvemos las operaciones:

Datos

Dap = 0,95 m
 H_c = 6 m
 f = 0,75
 π/4 = 0,7854

Fórmula

$$V = 0,7854 \times (Dap)^2 \times H_c \times f$$

Sustituimos

$$V = 0,7854 \times (0,95m)^2 \times 6m \times 0,75$$

Resolvemos

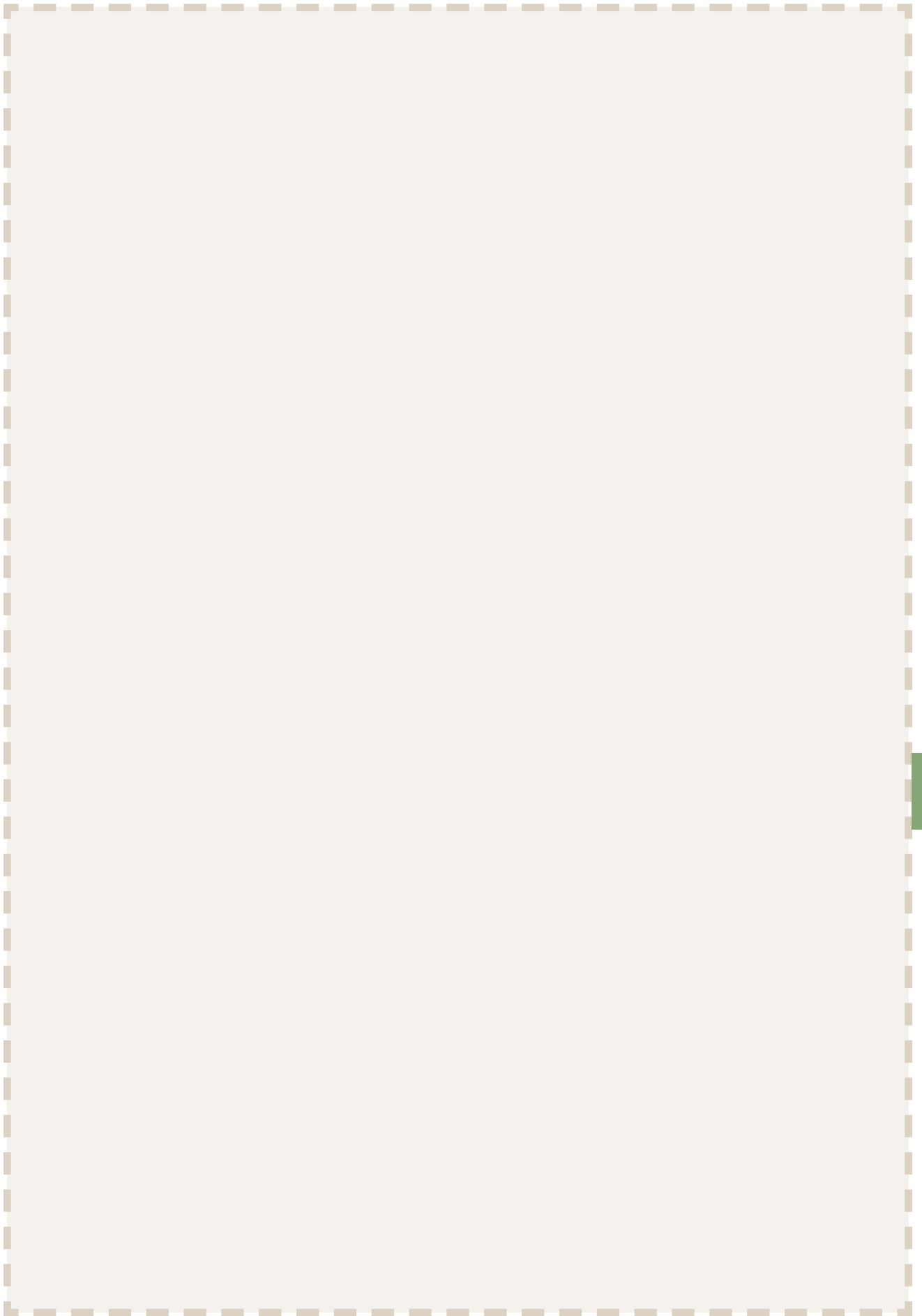
$$V = 0,7854 \times 0,9025m^2 \times 6m \times 0,75$$

Multiplicamos

$$V = 0,7854 \times 0,9025 \times 6m \times 0,75 \quad \mathbf{V=3,1471 \text{ m}^3}$$

Calculemos algunos volúmenes de árboles

Cubicación
 en metros
 cúbicos
 m³





Grupo de aserrío móvil León de Río Blanco, durante el saneo de una tronca en la práctica de aserrío.

Cubicación de madera en troza o sección

Cubicación en metros cúbicos
 m^3

Cuando el árbol ha sido tumbado y trozado en secciones, se debe hacer una medición de los diámetros de ambos extremos. Al igual que el árbol, la troza no tiene una estructura uniforme por lo que es preciso medir el extremo más grueso y el más delgado y sacar un promedio (el diámetro mayor y menor), además del largo para cubicar. **Toda esta medición se desarrolla en metros y el resultado será en metros cúbicos (m^3).**



D=Diámetro mayor
d= Diámetro menor
L= Largo



Medición del diámetro mayor (foto izquierda), el largo (centro) y el diámetro menor (der.) en una troza o sección

Para determinar el volumen de las trozas se aplica la siguiente fórmula:

Donde:

$\text{Volumen (m}^3\text{ r)} = 0,7854 \times \frac{dM^2 + dm^2}{2} \times L$

dM = Diámetro mayor promedio (en metros)
 dm = Diámetro menor promedio (en metros)
 L = Longitud (en metros)

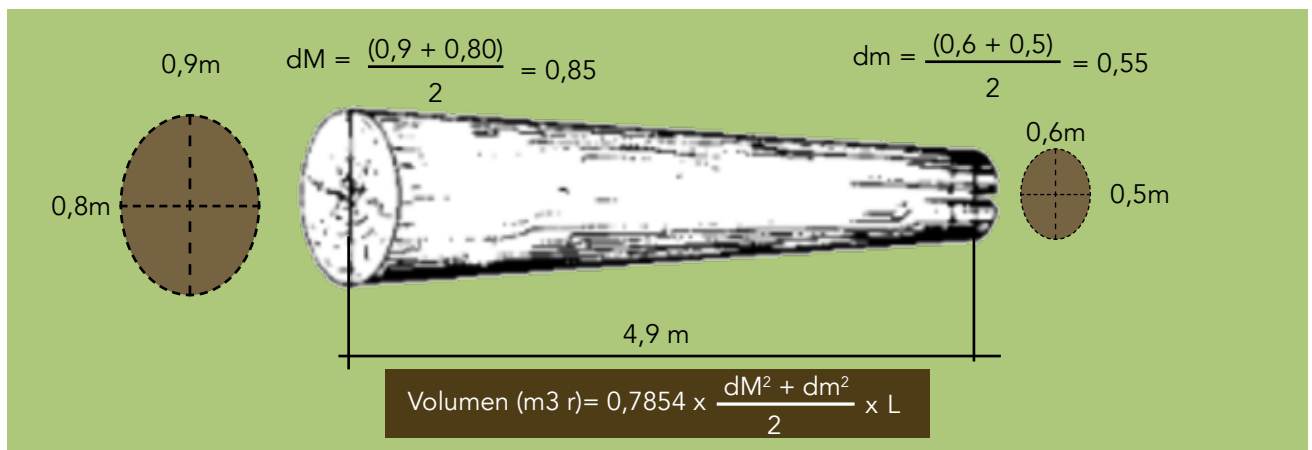
Fórmula Smalian citada por BOLFOR
 Fuente: Directriz Técnica ABT N° 253/2012

Valor fijo

$\frac{\pi}{4}$
 Pi (π) dividido 4 es igual a 0,7854

A diferencia de la fórmula para calcular los árboles en pie, esta solo tiene un valor fijo, Pi/4 (π/4), que para facilitar, se representa con el resultado directamente.

El diámetro de los extremos de una troza o sección también puede ser variable ya que su estructura no es un círculo perfecto. Por ello, para calcular el diámetro de cada extremo se debe tomar dos medidas en cruz y calcular el promedio de cada lado. La siguiente gráfica muestra el proceso correcto.



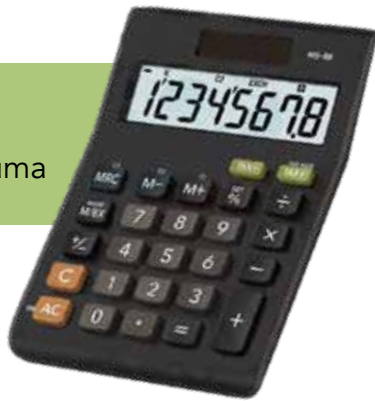
Fuente: Directriz Técnica ABT N° 253/2012



La foto muestra una forma para medir la media de los diámetros de la tronca. Se mide en cruz el diámetro (dos veces) sumando la medición en el flexómetro y se lo dobla en dos para conocer el promedio (suma ambas mediciones y divide en dos). Foto en Río Blanco.

En las comunidades se ha identificado la utilización de la siguiente fórmula que simplifica la determinación del volumen:

$$\text{Volumen (m}^3\text{ r)} = \frac{dM + dm}{2} \times x \times 0,7854 \times \text{largo}$$



Dónde:

$x=x$ simplifica la operación de calcular el cuadrado la suma de ambos diámetros

Al presionar x (por) = (igual) en la calculadora, simplifica la operación de la forma original que precisa elevar al cuadrado ambos diámetros y facilita el cálculo.

Veamos un ejemplo: Una troza, tiene 2,52 metros (m) de largo, 56 centímetros (cm) de diámetro mayor y 50 centímetros (cm) de diámetro menor. ¿Cuál es su volumen utilizando la fórmula convencional?

Ejemplo Reemplazamos los datos

Datos dM = 0,56 m dm = 0,5 m L = 2,52 m $\pi/4 = 0,7854$ (valor fijo)	<p>Fórmula $\text{Volumen (m}^3\text{ r)} = 0,7854 \times \frac{dM^2 + dm^2}{2} \times L$</p> <p>Sustituimos $V = 0,7854 \times [(0,56\text{m})^2 + (0,5\text{m})^2] / 2 \times 2,52\text{m}$</p> <p>Resolvemos $V = 0,7854 \times (0,3136\text{m}^2 + 0,25\text{m}^2) / 2 \times 2,52\text{m}$</p> <p>Resolvemos $V = 0,7854 \times (0,5636\text{m}^2) / 2 \times 2,52\text{m}$</p> <p>Multiplicamos $V = 0,7854 \times 0,2818\text{m}^2 \times 2,52\text{m}$</p> <p>Resultado $V = 0,557 \text{ m}^3$ La tronca tiene 0,557 metros cúbicos.</p>	<p>Fórmula convencional Directriz Técnica ABT N° 253/2012</p> <p>4 pasos</p>
--	--	---

Veamos un ejemplo: Probemos los mismos datos con la fórmula comunitaria.

Ejemplo

Datos dM = 0,56 m dm = 0,5 m L = 2,52 m $\pi/4 = 0,7854$ (valor fijo)	<p>Fórmula $\text{Volumen (m}^3\text{ r)} = \frac{dM + dm}{2} \times x \times 0,7854 \times \text{largo}$</p> <p>Sustituimos $V = 0,56\text{m} + 0,5\text{m} \times x \times 0,7854 \times 2,52\text{m}$</p> <p>Resultado $V = 0,555 \text{ m}^3$ La tronca tiene 0,555 metros cúbicos.</p>	<p>1 paso</p> <p>Fórmula comunitaria</p>
--	--	---

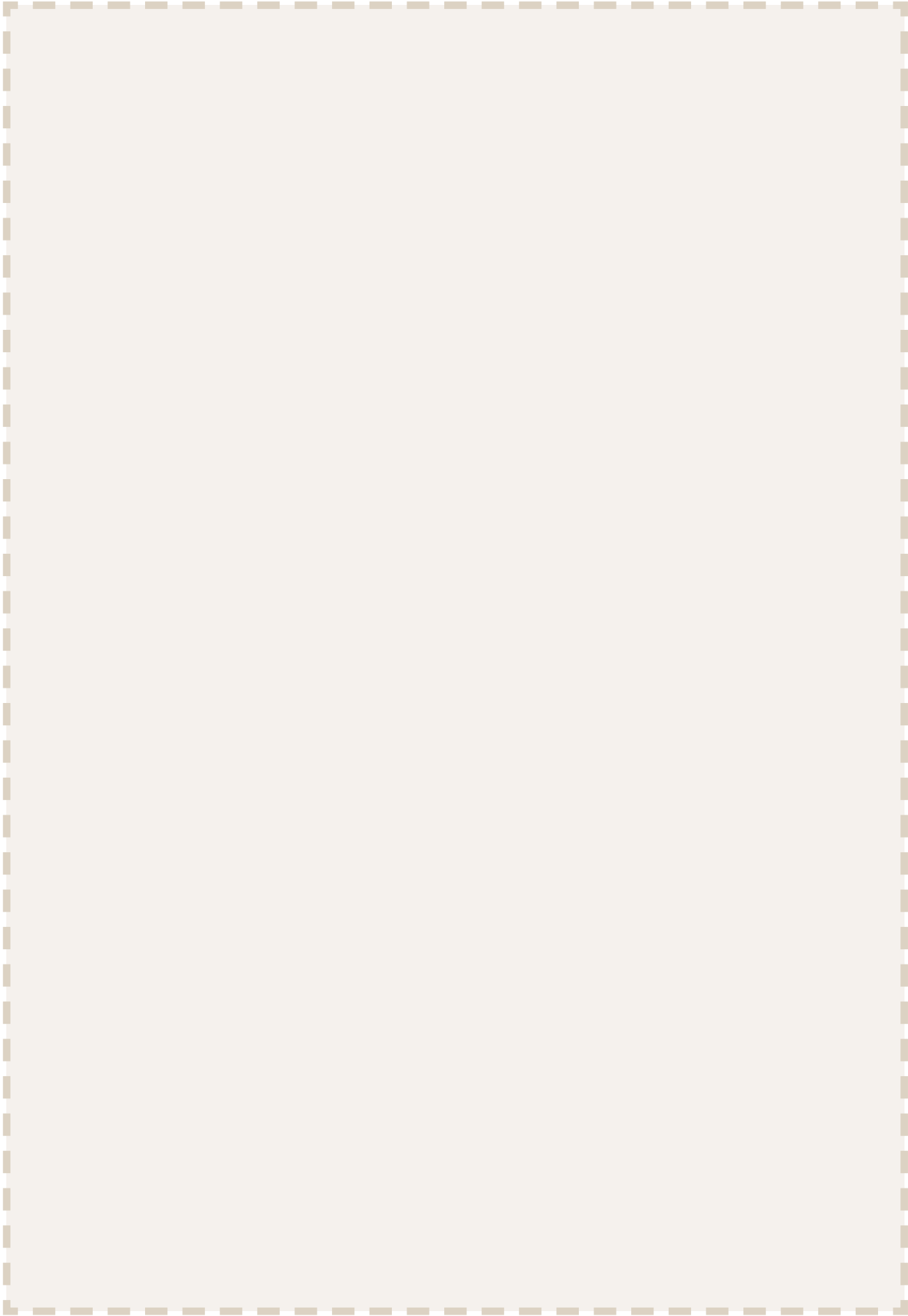
Como se observa en los ejemplos la fórmula utilizada en la Comunidad Río Blanco del Municipio de Concepción, facilita la cubicación con el uso de la calculadora simplificando el trabajo en campo.

Calculemos algunos volúmenes

Cubicación
en metros
cúbicos

m³

Tomemos algunas medidas de troncos para cubicarlas





Cubicación de madera aserrada

Cubicación en pie tablar

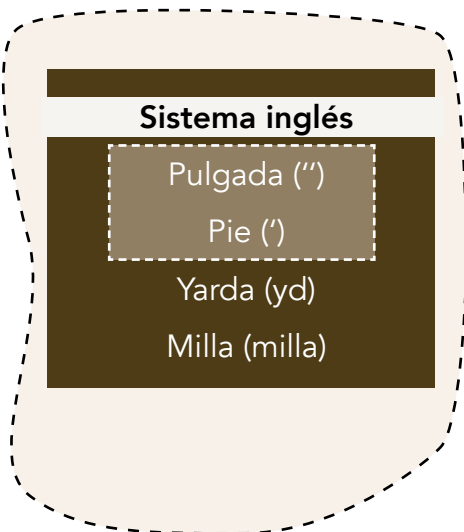
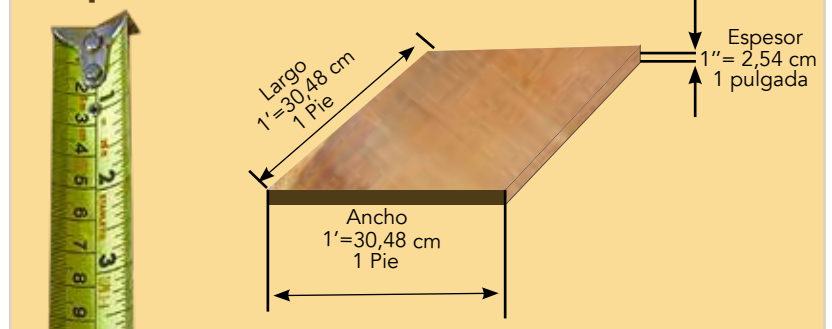
Una vez aserradas las trozas o secciones, se transforman en tablas, vigas, listones, cuarterones y madera dimensionada que puede ser medida en sus tres dimensiones con unidades de medida lineales. Para calcular el volumen de estas piezas, llamadas **madera simplemente aserrada**, se debe tomar las mediciones del ancho, largo y espesor. Puede cubicarse en metros; sin embargo, para **comercializar** la madera simplemente aserrada se utiliza la unidad medida **pie tablar** a nivel nacional e internacional.

Un pie tablar es equivalente al resultado de la medición de una pieza de madera con las siguientes medidas:

un pie (') de ancho
x un pie (') de largo
 una pulgada (") de espesor

 pie tablar

Un pie tablar



Pulgadas (")

1" pulgada = 2,54 cm
 12" pulgadas = 1' pie
 12" pulgadas = 30,48cm
 30,48 cm = 1' pie

Es importante recordar que desde el momento que comienza el aserrijo, se debe usar **las medidas del sistema inglés** que se muestran al inicio de la cartilla: **la pulgada (") y el pie (')**. Ambas pueden verse en los flexómetros y huinchas métricas.

Pie (')



Tarara colorada aserrada por el grupo de Aserrío Móvil de Santa Mónica.

Para determinar el volumen de la madera simplemente aserrada, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{L \times A \times E}{12}$$

Donde:

L= Longitud de la madera en pies

A= Ancho de la madera en pulgadas

E= Espesor de la madera en pulgadas

Veamos un ejemplo: Una bloque de madera mide 8' de largo, 6" de ancho y 8" de espesor. ¿Cuál es su volumen?

Ejemplo Reemplazamos los datos

Datos

L = 8'

A = 6"

E = 8"

Fórmula

$$\text{Volumen} = \frac{L \times A \times E}{12}$$

Sustituimos

$$V = 8' \times 6" \times 8" / 12$$

Resultado

$$V = 32 \text{ pies tabalres}$$

El bloque tiene 32 pies tabalres

Redondeo de pies y pulgadas

Al medir las piezas de madera para el cálculo de volumen en pies tablares, no se utilizan medidas con decimales, sino que se redondea al valor menor, sin tomar en cuenta el excedente. Se utilizan medidas exactas (sin decimales), redondeando al valor aproximado menor, tanto en pie (') como en pulgadas ("):

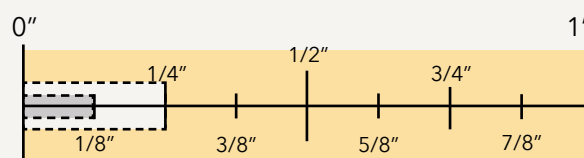
13.1" es igual a 13"
13.9" es igual a 13"

10.5' es igual a 10'
10.9' es igual a 10'



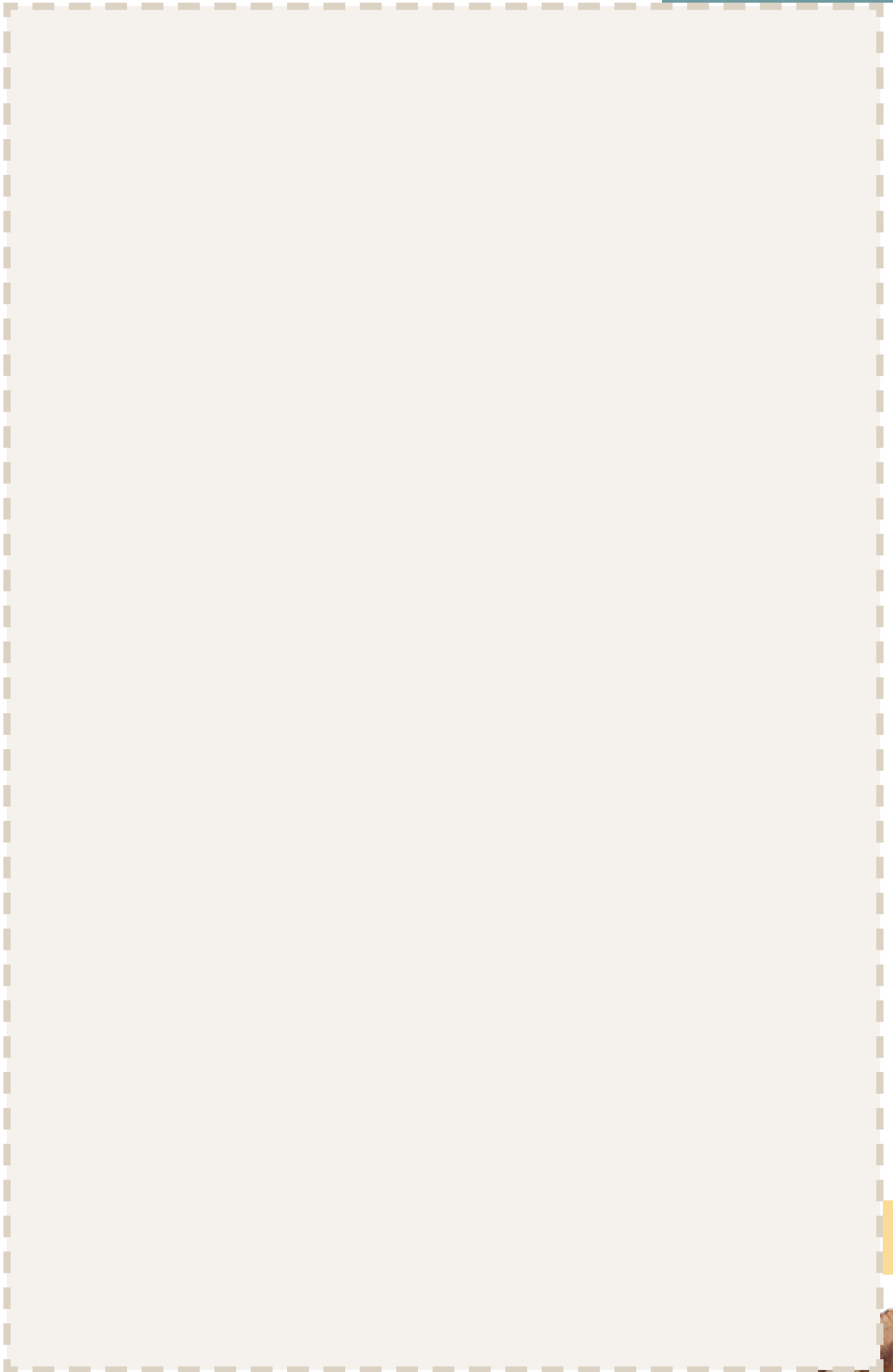
Como recomendación es preferible hacer cortes en las piezas de madera de medidas ni tan exactas ni exageradas con la finalidad de no perder madera en el momento de comercializar. Asimismo se sugiere realizar los cortes a pedido del comprador.

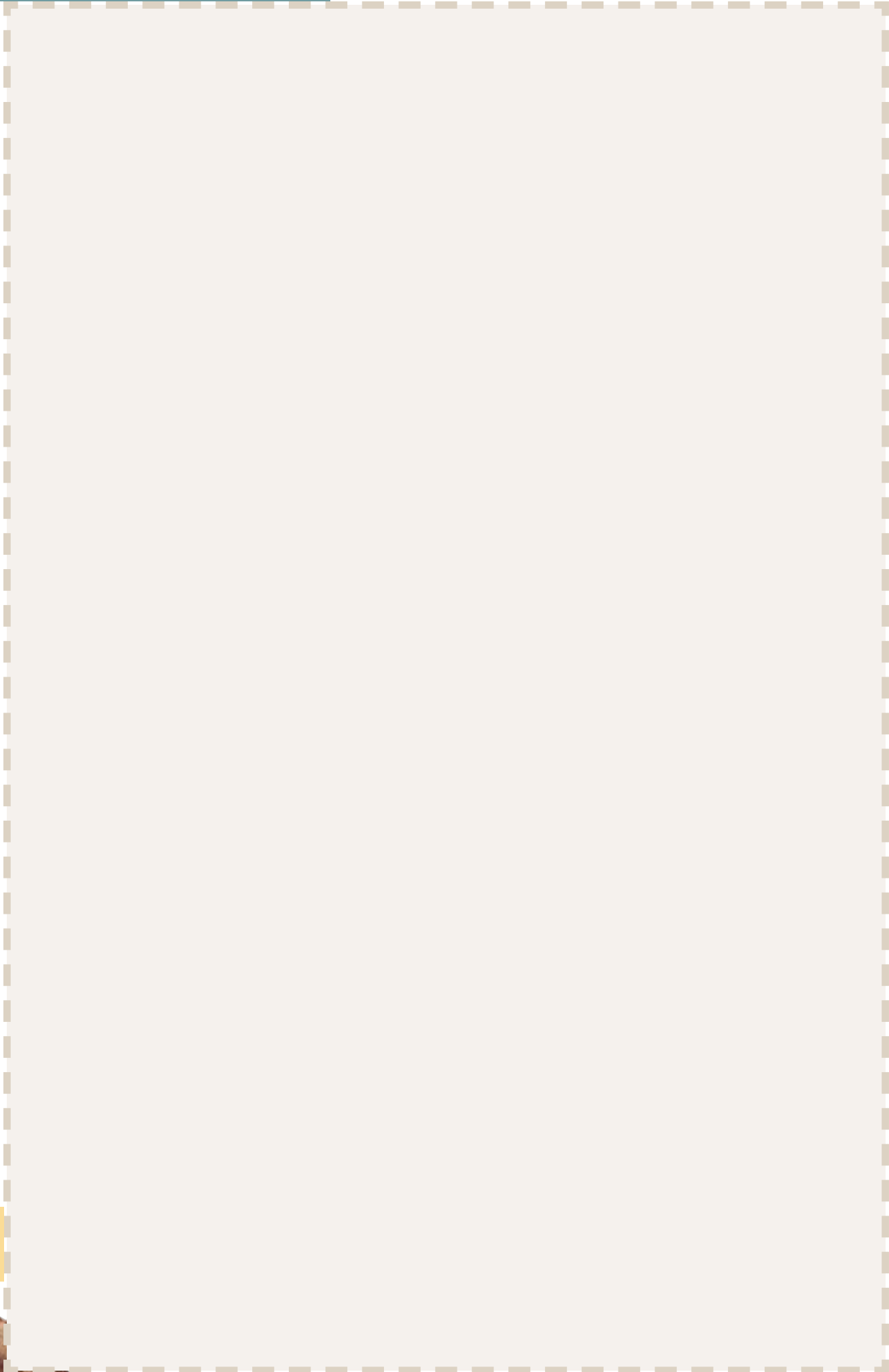
Tomando en cuenta el tipo de tecnología con los equipos de bajo impacto que se está utilizando con los Grupos de Concepción, Lomerío y San Ignacio de Velasco, se recomienda dejar entre 1/8 y 1/4 de pulgada. Esto permite asegurar la calidad del producto aserrado.



Calculemos algunos volúmenes de madera simplemente aserrada

Cubicación
en pie
tablar





NOTAS

A series of horizontal dashed lines for taking notes.

NOTAS

A series of horizontal dashed lines for writing notes.



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto de Gestión Integral de
Bosques para la Reducción de la
Deforestación (PROBOSQUE II)

Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Av. 14 de septiembre No. 5397, esq. Calle 8 Obrajes

Telf: 2-2119966 - 2119912 - 2118582 - 2116153

Línea gratuita 800-100-426

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios
Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal

Calle Ayacucho Esq. Potosí - Casa Grande del

Pueblo - Piso 18, Zona Central

Telf: 2-2146382 - 2146385

Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal

Av. Brasil y Calle Paraguay

Segundo Pasaje Paraguay N° 23

Zona Miraflores

Telf: 2 146371

La Paz - Bolivia

www.mmaya.gob.bo

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto Gestión integral del bosques para la reducción de la
deforestación II - PROBOSQUE II

Santa Cruz - Bolivia

Avenida Beni 363 - entre 3er y 2do anillo

Casi Av. Los Cusis

Telf: + 591-3-3432788

Concepción

Av. Baviera esq. Herman Hillman, Casa N°8 - Vicariato

Telf: 591 (3) 9643212

San Ignacio de Velasco

Av. Circunvalación s/n Barrio Guapasal

Unidad Forestal Municipal - GAM SIV

Telf: 591 72136213

www.giz.de