



Proyecto Especial Alto Mayo



Cooperación Financiera
Alemana



Cooperación
Técnica Alemana



Asociación para la
Conservación del Patrimonio
de Cutivireni



Servicio Alemán de
Cooperación
Social-Técnica

Aprendamos a cubicar nuestra madera

CONTENIDO

1. Introducción	3
2. Conociendo las unidades de medidas	4
2.1 Medidas lineales	5
2.2 Medidas de área	7
2.3 Medidas de volumen	8
3. Instrumentos utilizados en la cubicación de madera	9
4. Conversión de unidades	10
5. Formas de medir el volumen	13
5.1 Maderas en trozas	13
Fórmula Smalian	13
Fórmula Doyle	19
5.2 Madera aserrada	22
5.3 Árbol en pie	24

1. INTRODUCCIÓN

El presente material de capacitación está dirigido a los Comités de Manejo de Bosques y a todos los comuneros en general que quieran conocer las técnicas para calcular el volumen de madera que puedes obtener de los árboles de un bosque. A estas técnicas se les llama cubicación de madera.

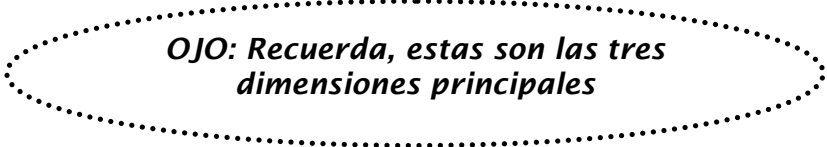
En este manual tú podrás encontrar todas las formas que puedes usar para saber el volumen de madera en tablas que puedes obtener de un árbol, o de una troza tumbada. Aprenderás el procedimiento que es utilizado por el INRENA y el que es usado por los madereros.

Para que puedas dominar las diferentes reglas de cubicación es necesario que estudies mucho este manual y lo pongas en práctica cuando quieras vender tu madera.

2. CONOCIENDO LAS UNIDADES DE MEDIDAS

Las unidades de medida sirven para conocer el largo, ancho y alto de cualquier objeto, llamadas *DIMENSIONES*. Para esto usamos los instrumentos de medición como la regla, centímetro o wincha.

Por ejemplo, en un tablón de madera de tornillo podemos ver tres dimensiones que serán definidas por las *UNIDADES DE MEDIDA*.



OJO: Recuerda, estas son las tres dimensiones principales

Estas *UNIDADES DE MEDIDA* se dividen en tres grupos, dependiendo si utilizamos una, dos o tres dimensiones, éstas son:

- ❑ Medidas lineales
- ❑ Medidas de área
- ❑ Medidas de volumen

2.1 Medidas lineales: cuando utilizamos una sola dimensión son llamadas medidas lineales. Pero existen también dos tipos de medidas lineales como son:

a) Sistema métrico 1 metro (m) = equivale a 100 centímetros.

b) Sistema inglés:

- 1 Pulgada = 2.5 centímetros
- 1 Pie = 30 centímetros = 0.30 metros

***OJO: también
debemos saber
que 1 pie equivale
a 12 pulgadas***

Por ejemplo: Si Christian tiene una tabla de cedro que mide 3 m y 20 cm (3.20 m) ¿cuantos pies de largo tiene la tabla?

Primero empezamos a convertir todas las unidades diferentes en unidades iguales: ¿recuerdas que 1 m = 100 cm? Entonces en 3m tendremos 300 cm, ¿de acuerdo? Más 20 cm que tiene la tabla, entonces tenemos en total

320 cm

Recuerdas que 1 pie = 30 centímetros, entonces cuantos pies tenemos en 320cm?

Por regla de tres:

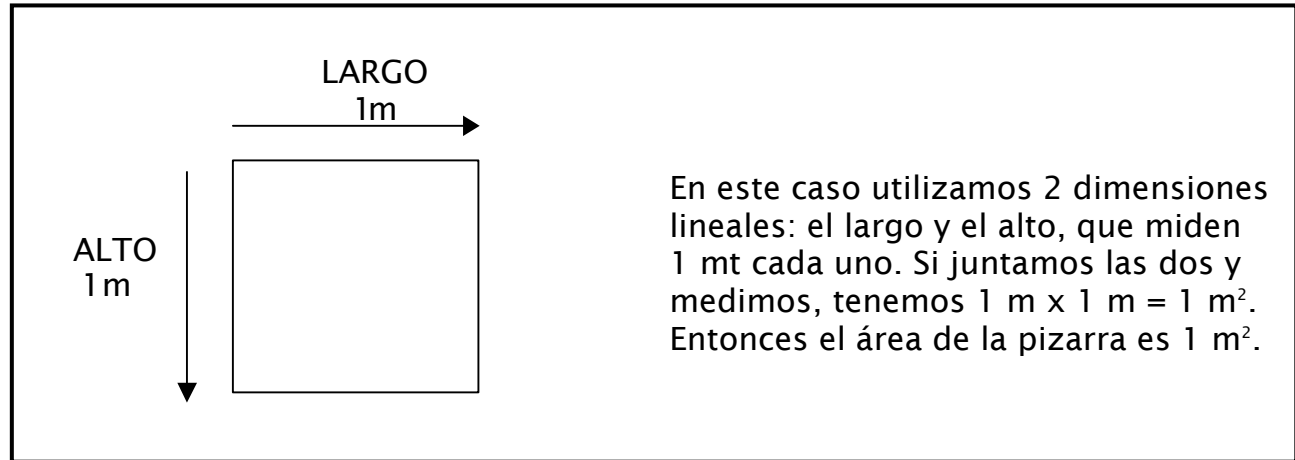
$$\begin{array}{l} 1 \text{ pie} \leftarrow \quad \rightarrow 30 \text{ cm} \\ X \text{ pie} \quad \quad \quad \rightarrow 320 \text{ centímetros} \end{array}$$

$$X = \frac{320 \text{ centímetros} \times 1 \text{ pie}}{30 \text{ centímetros}} = 10.67 \text{ pies} = 10 \text{ pies}$$

Respuesta: entonces en una tabla de cedro de 3.20 m tendremos en total 10 pies

2.2 Medidas de área: cuando utilizamos dos dimensiones para medir algo, estamos hallando el área de un objeto, y estamos haciendo uso de las que llamamos medidas de área. Esta medida se obtiene multiplicando los dos lados.

Por ejemplo: Si tenemos una pizarra y queremos saber cual es el área, entonces debemos usar una regla y medimos sus dos dimensiones.



2.3 Medidas de volumen: Si combinamos las tres dimensiones, el largo, ancho y alto de un objeto, tenemos una nueva medida llamada *VOLUMEN*. Esta medida la utilizaremos para medir cuanta madera puedes obtener y se calcula multiplicando los tres lados.

Por ejemplo: si encontramos una pieza de madera de tornillo, y queremos saber cuanto es el volumen que tenemos, el procedimiento es el siguiente:

En este caso medimos el volumen usando las tres dimensiones, el largo, el ancho y el espesor.

Entonces tenemos
 $1m \times 1m \times 1m = 1m^3$

3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA CUBICACIÓN DE MADERA

1. WINCHA: Es un instrumento indispensable en la medición lineal de madera, tiene una medida en metros divididos en centímetros y otra en pies divididos en pulgadas.
2. REGLA DOYLE: Esta es una regla que consta de una escala graduada en pulgadas, en pies y del volumen de las trozas. Esta es una regla que permite la medida directa tanto del diámetro, largo y volumen de la troza. Su uso es muy común y difundido en la cubicación de madera en troza debido a la rapidez con que se hace la medición, pero esta regla tiende a ser alterada por lo que su uso debe de ser evitado sobre todo por aquellas personas que venden madera.
3. TABLA DE CUBICACIÓN DOYLE: es una tabla de rendimiento en la cual se encuentran los volúmenes que obtendremos en pies tablares de trozas de diferentes diámetros y largos.

4. CONVERSIÓN DE UNIDADES

Para medir las dimensiones de un objeto se pueden utilizar dos *SISTEMAS DE MEDIDA*, el sistema métrico y el sistema inglés, ¿recuerdas?

En el sistema métrico usamos el METRO que equivale a 100 cm.

En el sistema inglés, usamos el pie que equivale a 30 cm y la pulgada que equivale a 2.5 cm

Para calcular el volumen de una pieza de madera podemos usar los dos sistemas de medida, la primera en METROS CUBICOS (m^3) y la otra en PIES TABLARES (pt)

OJO: Debemos saber que:

$$1 \text{ pie} = 12 \text{ pulgadas}$$

$$1 \text{ pt} = 1 \text{ pulg.} \times 12 \text{ pulgadas} \times 12 \text{ pulgadas}$$

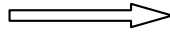
Entonces tenemos la siguiente fórmula

$$1 \text{ pt} = 1 \text{ pulg.} \times 1 \text{ pie} \times 1 \text{ pie}$$

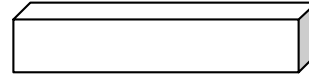
Puedes calcular el volumen de madera cuando está en rollos y cuando está en tablas en metros cúbicos y puedes *CONVERTIRLO* a pies tablares:

a) Cuando tienes madera en rollo (1m^3 r) la conversión será de la siguiente manera:

1 m³ en Madera rolliza



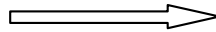
equivale a 220 pt de madera aserrada



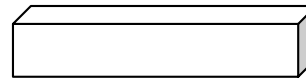
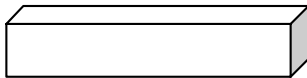
Es decir que de 1 m³ de madera en rollos, vas a obtener 220 pt de madera aserrada

b) Cuando tienes madera en tablas (1m^3 a) la conversión será de la siguiente manera

1 m³ de Madera aserrada



equivale a 424 pt de madera aserrada



Es decir que de 1 m³ de madera en tablas, vas a obtener 424 pt de madera aserrada

Por ejemplo:

Si tienes una tabla de tornillo que mide 0.499 m³ y quieres saber qué cantidad de madera hay en pies tablares, solo tienes que recordar:

$$1 \text{ m}^3_{(a)} = 424 \text{ pies tablares aserrados}$$

Entonces tienes que convertir 0.499 m³ a pies tablares con la siguiente operación:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad 424 \text{ pt} \\ 0.499 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$X = \frac{0.499 \times 424}{1}$$

$$X = 211.576 \text{ pies tablares}$$

$$X = 211 \text{ pies tablares}$$

***Recuerda que
el redondeo
es siempre
por defecto
(hacia abajo)***

Entonces en 0.499 m³ de madera aserrada tendrás 211 pt aserrados.

5. FORMAS DE MEDIR EL VOLUMEN

5.1 Madera en trozas: Es cuando el árbol ya ha sido tumbado y se encuentra en forma rolliza. Para esto puedes utilizar dos formas:

Fórmula de Smalian: Es una fórmula elaborada por el señor Smalian y utiliza los centímetros y el metro, por lo tanto el resultado será en m³ rollizos. A continuación se va a explicar el uso de esta tabla:

a. Medición del volumen: para medir el volumen se usa la siguiente fórmula:

$$V = \frac{3.1415 (D_x)^2 L}{4}$$

Donde:

V = Volumen en m³

L = Largo de la troza en metros

D_x = Diámetro promedio de la troza en metros

Primero calculando los diámetros en cada lado (d_1 y d_2) luego se calcula el diámetro promedio de la troza con la siguiente fórmula:

$$D_x = \frac{(d_a + d_b)}{2}$$

Donde:

d_a = Diámetro menor de la troza

d_b = Diámetro mayor de la troza

- b. Medición de diámetros (mayor y menor) y longitud de la troza: los diámetros de la troza (mayor y menor) deben ser medidos en centímetros y sin corteza (se resta al diámetro total el espesor de la corteza). Las aproximaciones de estas medidas serán al centímetro; si la medida del diámetro no es exacta, se hará al redondeo simple, de la siguiente manera:

Un diámetro de 35.4 cm será igual a 35 cm

Un diámetro de 42.6 cm será igual a 43 cm

Un diámetro de 42.5 cm será igual a 43 cm

Por ejemplo: Sergio, comunero de Huascayacu se pone de acuerdo con el comprador de madera del Plan de Manejo, para realizar la cubicación de las trozas extraídas. Ambos se dirigen hacia la orilla del río Avisado, lugar donde se encuentran las trozas y comienzan a cubicar. ¿Cuál será la cantidad de madera aserrada obtenida a partir de la troza?

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Diámetros del lado mayor: 45 cm y 50 cm
- Diámetros del lado menor: 40 cm y 36 cm
- Largo de la troza en metros: 5.30 m

Procedimiento:

A. Calculamos los diámetros promedio de los dos lados de la troza

$$D_x = \frac{(d_a + d_b)}{2}$$

Donde:

d_x = Diámetro menor de la troza

d_b = Diámetro mayor de la troza

$$a) \frac{(45 \text{ cm} + 50 \text{ cm})}{2} = 47.5 \text{ cm}$$

$$b) \frac{(36 \text{ cm} + 40 \text{ cm})}{2} = 38 \text{ cm}$$

- Calculamos el diámetro promedio de la troza:

$$A) \frac{47.5 \text{ cm} + 38 \text{ cm}}{2} = 42.75 \text{ cm}$$

- Convertimos los centímetros a metros:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m} & \leftarrow & 100 \text{ cm} \\ X \text{ m} & & 42.75 \text{ cm} \end{array}$$

$$X = \frac{42.75 \text{ centímetros} \times 1 \text{ metro}}{100 \text{ centímetros}} = 0.43 \text{ metros}$$

- Usando la formula de Smalian calculamos el volumen de la troza:

Donde:

V = Volumen en m³

D_x = 0.4275 Diámetro promedio de la troza en metros

L = 5.3 Largo de la troza en metros

$$V = \frac{3.14 (D_x)^2 L}{4} = \frac{3.14 (0.43 \text{ m})^2 5.3 \text{ m}}{4} = 0.76 \text{ m}^3$$

- Finalmente calculamos el rendimiento de la troza:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad 220 \text{ pt} \\ 0.76 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$X = \frac{0.76 \text{ m}^3 \times 220 \text{ pt}}{1 \text{ m}^3}$$

$$X = 167.2 \text{ pies tablares} = 167 \text{ pies tablares}$$

Respuesta: *el rendimiento de la troza es **167 pies tablares** de madera aserrada.*

Fórmula de Doyle: esta tabla de cubicación es la mas usada y fue confeccionada por el Señor Doyle, utiliza el sistema métrico ingles con las unidades en pie y pulgadas, por lo tanto el resultado de esta fórmula es en pies tablares. La fórmula es la siguiente:

$$V = \frac{(D_{\text{menor}} - 4)^2 \times L}{16}$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares
D_{menor} = Diámetro menor en pulgadas
L = Largo de la troza en pies

- La medición del diámetro menor de la troza debe de tener el descuento respectivo del espesor de la corteza.
- La medición del largo de la troza deberá de tener el descuento por despunte respectivo.

Por ejemplo: la comunidad Huascayacu va a vender las trozas que tiene cerca al río, en el área de manejo forestal; Alberto Aguilar es dueño del aserradero la “Anaconda” localizado en Chiclayo y quiere comprar las trozas de la Comunidad; se ponen de acuerdo y deciden utilizar la regla Doyle. Las medidas de las trozas son:

- Medida del diámetro menor (con corteza) en pulgadas: 26”
- Espesor de corteza en pulgadas: 1”
- Medida del largo de la troza (sin incluir descuento) en pies: 5’ 6”
- Descuento por despunte de la troza: 4”

Calculamos las medidas del diámetro y del largo de la troza considerando los respectivos descuentos

$$\text{Diámetro menor con corteza} - \text{espesor de corteza} \times 2 = \text{Diámetro menor sin corteza}$$

Descontando la corteza del diámetro menor tenemos:

$$26'' - 1'' \times 2 = 26'' - 2'' = 24''$$

- Luego hacemos el descuento por despunte:

Largo de la troza sin despuntar - descuento por despunte = Largo de la troza despuntada

Tenemos: 5' 6" - 4" = 5' 2" = 5 pies

V = volumen en pies tablares

$D_{\text{menor}} = 24'' =$ Diámetro menor sin corteza (en pulgadas)

L = 5' = Largo de la troza descontando el despunte (en pies)

$$V = \frac{(D_{\text{menor}} - 4)^2}{16} \times L = \frac{(24'' - 4)^2}{16} \times 5' = 125 \text{ pies tablares}$$

Entonces el rendimiento de la troza es: **125 pies tablares**

5.2 Madera aserrada: para calcular el volumen de madera cuando esta tumbada y aserrada se utiliza el siguiente procedimiento:

$$\frac{e'' \times a'' \times L'}{12} = 1 \text{ pt}$$

Donde:

e'' = espesor de la madera en pulgadas
a'' = ancho de la madera en pulgadas
L' = largo de la madera en pies

Redondeo de pies y pulgadas:

El redondeo de pies y pulgadas siempre se realiza aproximando al valor menor:

13.1" es igual a 13"

13.9" es igual a 13"

10.5' es igual a 10'

10.9' es igual a 10'

Por ejemplo: Carlos quiere vender una parte de la madera del plan de manejo al aserradero "El Otorongo". Para esto Carlos ha tableado sus trozas y quiere saber cuanta madera tiene en total. Las medidas son:

- Medidas de la tabla 1: 2" x 10 " x 12'
- Medidas de la tabla 2: 3" x 8" x 11'

Empezamos calculando la cantidad de pies tablares de cada una de los tablonces:

$$1) \text{Tabla 1: } \frac{2" \times 10" \times 12'}{12} = 20 \text{ pies tablares}$$

$$2) \text{Tabla 2: } \frac{3" \times 8" \times 11'}{12} = 22 \text{ pies tablares}$$

Calculamos el total:

$$22 \text{ pies tablares} + 20 \text{ pies tablares} = \mathbf{42 \text{ pies tablares}}$$

Respuesta: la cantidad total de pies tablares es 42.

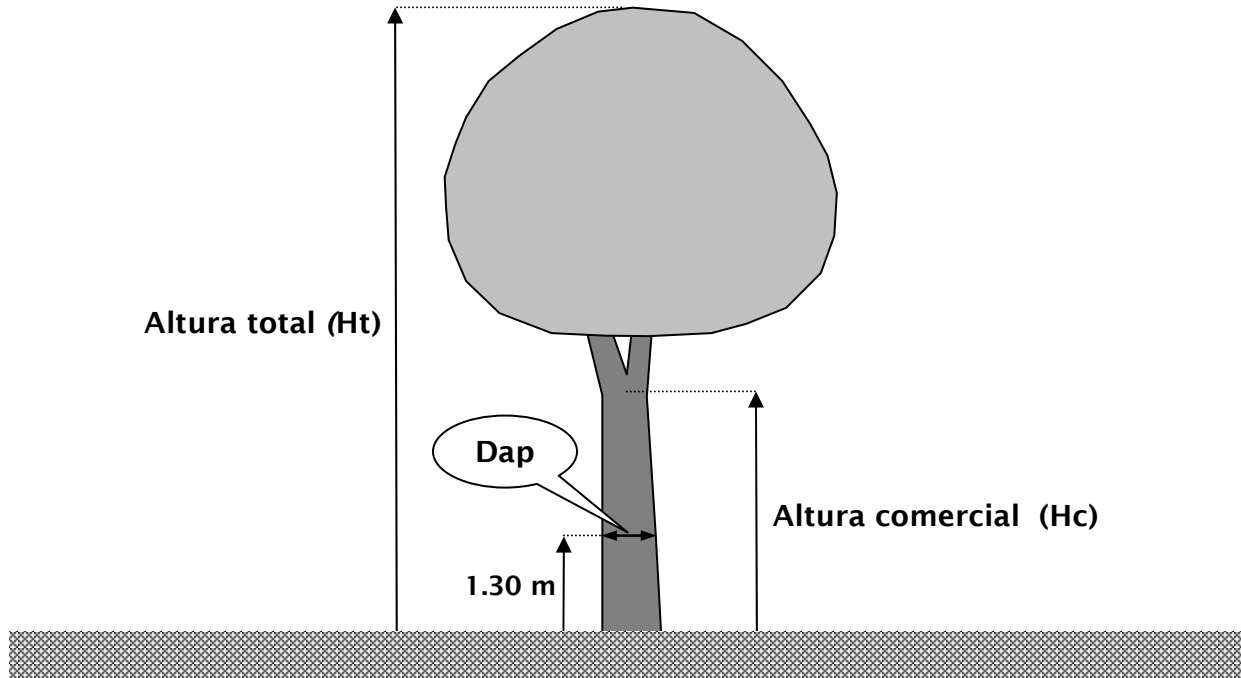
Árbol en pie: Este caso se da cuando el árbol aún se encuentra en pie. Entonces se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{3.1415 \times (Dap)^2 \times h \times f}{4}$$

Donde:

- V = Volumen de la madera en metros cúbicos
- Dap = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros
- Hc = Altura comercial del árbol en metros
- f = Factor de forma = 0.75

COMO SE TOMAN LA MEDIDAS?



Esta formula será de mucha ayuda si quieres saber la cantidad de madera que podrás obtener de los árboles en pie que hay en el bosque de la comunidad.

Debemos saber que la medida del **DAP** (diámetro a la altura del pecho) se debe tomar a 1.30 m de altura de la base. Para aplicar la fórmula también se necesita la altura comercial (**Hc**) del árbol, es decir la altura hasta donde el fuste esté recto. El factor de forma (**f**) es una característica que tiene cada especie, pero, por convenio, se utiliza el valor de 0.75 para todas las especies.

Por ejemplo: En la Comunidad Huascayacu, el Comité Numin Takau aprobó la venta de 1 palo de tornillo, para lo cual realizan la venta de la madera. Ernesto se dirige al bosque y obtiene las siguientes medidas:

Dap = 50 centímetros
Hc = 5 metros
f = 0.75

Solución:

1. Reemplazamos los números en la fórmula y obtenemos el volumen del tronco

$$V = \frac{3.1415 \times (Dap)^2 \times h \times f}{4}$$

$$V = \frac{3.1415 \times (0.5\text{mt})^2 \times 5\text{mt} \times 0.75}{4} = 0.736 \text{ mt}^3$$

2. Calculamos el rendimiento de la troza:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad 220 \text{ pt} \\ 0.736 \text{ m}^3 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$X = \frac{0.736 \text{ m}^3 \times 220\text{pt}}{1 \text{ m}^3} = 161.92 \text{ pt} = \mathbf{161 \text{ pt}}$$

Respuesta: el volumen de madera del palo de tornillo será **161 pt.**

Este material fue editado gracias a la colaboración del Comité Holandés para la UICN dentro del PROGRAMA SELVA TROPICAL (CH -UICN /TRP). Fue reeditado por el Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED), gracias a la colaboración del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) y fondos de PROFONANPE.

Puede contactarnos a:

ACPC

Av. Aramburú 656 3^{er} piso

Surquillo / Lima / Perú

Telefax : +51 1 221-1197

E- mail : acpc1@ec-red.com

Web-site: www.geocities.com/acpcweb

Responsable Técnico: Hans Buttgembach Verde

Edición: Giselle Cruzado Meléndez

DED / PEAM

Carretera Pdte. F. Belaunde Terry km. 504

Moyobamba / Perú

Telf. +51 42 562618 / 562208

Fax: +51 42 562522

E-mail: asesor-ded@peam.gob.pe

Web-site: www.peam.gob.pe/cooperacion/ded.asp

Re-Edición: Dr. Patrick Spittler