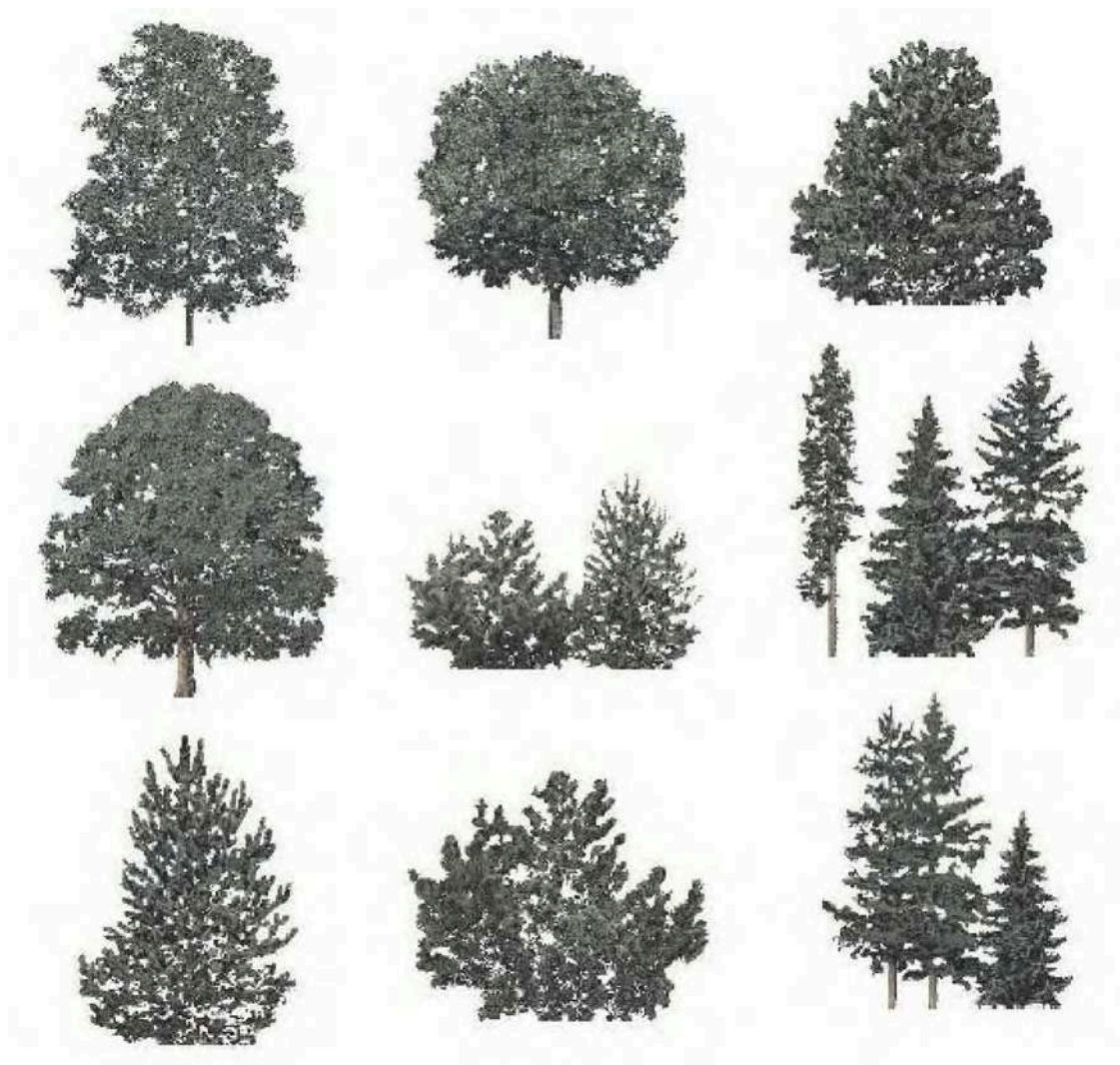


Reglas para determinar el volumen de madera aserrada que un tronco puede producir



'Existen numerosísimos sistemas para predecir el volumen de madera aserrada que un tronco puede dar. En las zonas boscosas del mundo en donde existe industria de aserrío se emplean fórmulas locales que se basan en suponer un tipo determinado de despiece, una pérdida en serrín por efecto del aserrado, unas mermas por secado, etc. Otras causas por las que cada regla determina un rendimiento distinto para un mismo tronco son la elección de los elementos que deben medirse y la forma de efectuar esta medición.

A continuación reproducimos resumida una colección de estas reglas publicada por el Forest Products Laboratory, de EE.UU.

Los símbolos utilizados en las fórmulas tienen el significado siguiente:

D = diámetro del menor extremo del tronco, en pulgadas.

Dm = diámetro del tronco en su punto medio, en pulgadas.

L = longitud del tronco en pies.

V.p.t. = volumen de madera medido en "pies tabla".

V.p.c. = volumen de madera medido en "pies cúbicos".

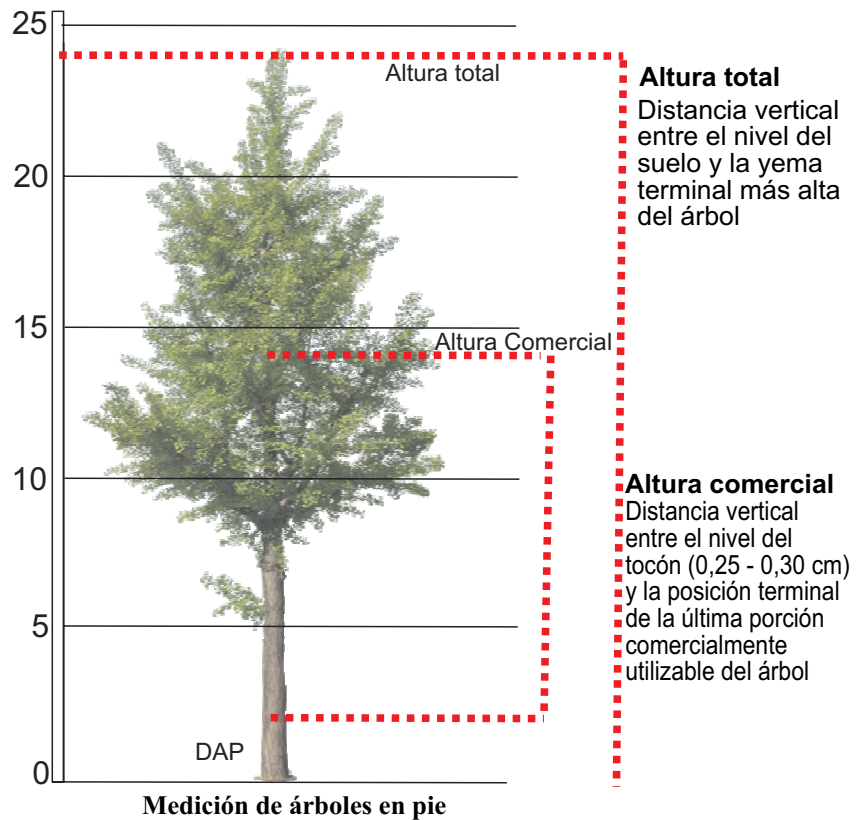
AB = Area Basal

dap = Distancia al pecho

— una pulgada equivale a 2,45 cm.

— un pie equivale a 0,33 metros.

Forma de medir árboles en pie

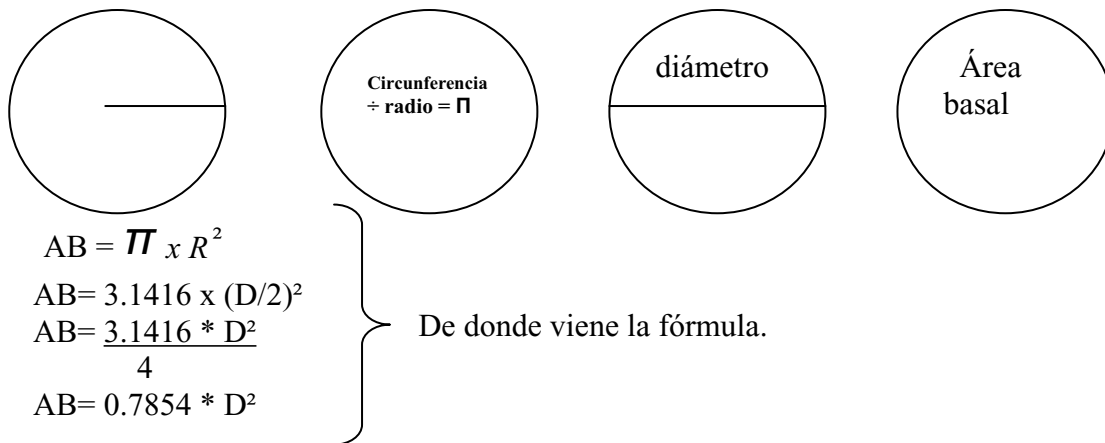


Medición del diámetro (área basal)

Para la medición de los árboles en pie se emplea la altura del pecho, se conoce como dap o diámetro normal, se define a una altura de 1,30 cm, de altura desde el nivel del suelo.

El área basal es la suma de las secciones transversales de los árboles medidas a 1.3 metros del suelo, m²/ha.

El área basal relativa es el área basal de una especie entre el área basal total en la muestra x100



Formula para el cálculo del área basal de un árbol.

$$g = 0.7854 \times dap^2$$

Donde:

g = área basal de un solo árbol
 dap = diámetro a la altura del pecho

Ejemplo; Sacar el área basal de un árbol que mide 79 cm, de dap.
 $g = 0.7854 \times 0.79^2$
 $g = 0.49 \text{ m}^2$

I. SISTEMAS DE ESTADOS UNIDOS Y CANADA

REGLA DE AKE

Según esta regla, el volumen de madera aserrada que se obtiene de cualquier tronco es:

$$V.p.t. = (0,7 \times D^2) \times (1/12) = 0,04083 \times D^2 \times L$$

REGLA DE ALBERTA

Es igual a la actual regla «Internacional 5/16 pulgadas». Esta fórmula se aplica dividiendo la longitud del tronco en trozos de cuatro pies, obteniendo de cada pieza un volumen de madera aserrada:

$$V.p.t. = 0,19 \times D^2 - 0,61 \times D$$

Esta fórmula, transformada para longitudes de tronco de 16 pies, es la siguiente:

$$V.p.t. = 0,76 \times D^2 - 1,31 \times D - 1,18$$

REGLA DEL PIE CUBICO DE ALBERTA

Esta fórmula utiliza los diámetros de los extremos de la troza, en pulgadas:

$$V.p.c. = \frac{\pi \times (D_1^2 + D_2^2) \times L}{1,152}$$

REGLA DE BANGOR

Hay dos expresiones matemáticas de esta regla:

$$V.p.t. = 0,62 \times D^2 - 1,1 \times D - 1,1$$

$$V.p.t. = ((1 - 0,258) \times \frac{\pi \times D^2}{48} - 5) \times L$$

Se aplica a trozas de una longitud de 12 pies.

REGLA DE BAUGHMAN

Esta regla expresa el máximo rendimiento que teóricamente puede obtenerse de un tronco.

También ha sido formulado matemáticamente de dos formas, una para el caso de aserrarse con sierras de 1/8 de pulgada de grueso y otra para grueso de 1/4 de pulgada. Estas fórmulas son:

$$V.p.t. = ((1 - 0,1) \times \frac{\pi \times (D - 1)^2 \times L}{48})$$

(para paso de sierra de 1/8 de pulgada)

$$V.p.t. = ((1 - 0,19) \times \frac{\pi \times (D - 0,87)^2 \times L}{48})$$

(para paso de sierra de 1/4 de pulgada)

Esta regla tiene fama de dar un volumen teórico superior al que realmente se consigue en el aserrío.

REGLA "BIG SANDY"

Se fundamenta en necesitarse un tronco de 18 pulgadas de diámetro en su extremo menor para producir una pieza de un pie cuadrado y cada pie de longitud de esta sección produce un pie cúbico de madera.

La fórmula que expresa esta regla es:

$$V.p.c. = \frac{D^2 \times L}{324}$$

A veces se transforma en pies tabla multiplicando por 12.

REGLA DE BOYNTON

Es una regla antigua, según la cual el volumen de pie tabla que se obtiene del aserrado de un tronco es:

$$V.p.t. = [(1 - 0,350) \frac{\pi \cdot D^2}{48} - 0,67] \times L$$

REGLA DE BRERETON

Se utiliza en regiones productoras de abeto douglas, siendo muy empleada también en el mercado internacional para las operaciones de exportación:

$$V.p.t. = 0,06545 \times D_a^2 \times L$$

En esta fórmula, D_a es el diámetro promedio de los dos extremos.

Existen las siguientes equivalencias con otros sistemas:

- (Una unidad Hoppus, en pies cúbicos = 0,06545 pies tabla de Brereton.
- Un pie tabla de Brereton = 15,279 pies cúbicos de Hoppus.
- Un metro cúbico = un pie tabla de Brereton dividido por 424.
- Un Koku japonés = un pie tabla de Brereton dividido por 120.
- Un Standard de Petrogrado = un pie tabla de Brereton dividido por 1.980.

REGLA DE COLUMBIA BRITANICA

En esta regla se admite que en el despiece del tronco no se gira éste y se toma como vía de paso de la sierra 3/8 de pulgada.

La fórmula que define la regla de Columbia Británica es:

$$V.p.t. = (1 - 3/11) \frac{\pi(D-1,5)^2 \times L}{48}$$

ESCALA CUBICA

DE COLUMBIA BRITANICA

La fórmula para esta escala es:

$$V.p.c. = \frac{\pi(D_1^2 + D_2^2) \times L}{1,152}$$

siendo D_1 y D_2 los diámetros, en pulgadas, de los extremos del tronco.

REGLA DE CALCASIEU

Es una fórmula de volumen convertida en pie tabla.

$$V.p.t. = 1,01 \frac{(D^2 \times L)}{32}$$

Esta fórmula da valores excesivamente bajos para troncos grandes.

REGLA DE CAREY

Es una regla de serrería para hallar la madera de una pulgada de grueso que puede obtenerse de troncos de 12 pies de longitud. Los pies tabla que se obtienen con troncos de distinto diámetro son los siguientes:

(Diámetro pulgadas)	6	8	12	16	20	30
Pies Tabla (P.T.)	18	33	78	143	227	536

Existe una fórmula que proporciona aproximadamente los valores de la regla de Carey:

$$V.p.t. = (1 - 0,193) \times \frac{\pi (D - 1)^2 \times L}{48}$$

ESCALA PARA TRONCOS DE CEDRO

Los valores de pies tabla de esta escala se obtienen por la expresión:

$$V.p.t. = \frac{D^2 \times L}{27}$$

REGLA DE CHAMPLAIN

Su fórmula es:

$$V.p.t. = (0,62832 \times D^2 - D) \times \frac{L}{12}$$

REGLA DE CLEMENT

Esta regla fue enunciada de la siguiente fórmula: para hallar el número de pies tabla que produce un tronco de 16 pies de longitud se multiplica la mitad del diámetro por la mitad de la circunferencia, luego se resta de este producto la mitad de la circunferencia. El resto será el número buscado de pies tabla que pueden obtenerse.

La expresión matemática de esta regla es:

$$V.p.t. = 0,7854 \times (D^2 - 2D) \times \frac{L}{16}$$

REGLA DE CLICK

La expresión de esta regla es: Del cuadrado del diámetro se resta dos veces y media el valor del diámetro y el resto se multiplica por la mitad de la longitud del tronco. Finalmente se elimina la última cifra a la derecha del producto obtenido. El resultado es el número de pies tabla que pueden obtenerse del tronco.

En forma de fórmula esta regla se expresa así:

$$V.p.t. = (D^2 - 2,5D) \times \frac{L}{20}$$

REGLA DE CONSTANTINE

Esta regla permite conocer el número de pies tabla que pueden obtenerse de un tronco de L pies de Longitud y D pulgadas de diámetro.

$$V.p.t. = \frac{\pi \times D^2 \times L}{48}$$

REGLA DEL RIO CUMBERLAND

Esta regla es errónea por defecto, pero esto se justifica por haberse empleado para troncos flotando en ríos, en donde parte de los defectos están ocultos.

El número de pies cúbicos se determina según esta regla por la fórmula:

$$V.p.c. = (4/5) \times ((2 \times D)/3)^2 \times L/144 = \frac{D^2 \times L}{405}$$

REGLA DEL DIAMETRO MEDIO DE DELAWARE

Esta regla, como su nombre indica, utiliza la medida del diámetro medio del tronco. Se aplica generalmente a troncos de 12 pies.

$$V.p.t. = \frac{D_m^2}{2}, \text{ para troncos con longitudes}$$

distintas de 12 pies la fórmula es:

$$V.p.t. = \frac{D_m^2 \times L}{24}$$

REGLA DE DERBY

Es una antigua fórmula con una precisión no muy grande. La expresión matemática es:

$$V.p.t. = (1 - 0,279) \times \frac{\pi \times D^2 \times L}{48}$$

REGLA DE DOYLE

Es una de las reglas más utilizadas actualmente, habiendo sido base de medida en Arkansas, Columbia Británica, Florida, Louisiana y Ontario. Su empleo se reduce en aquellos lugares en que los rollizos son de gran tamaño. Tampoco se utiliza en los bosques propiedad del Estado (en Estados Unidos). No obstante, es posible que el volumen de madera que se mide con la regla de Doyle sea superior al medido por todas las reglas restantes combinadas.

Como característica técnica principal puede señalarse que es buena su aproximación al volumen real, aunque peca por defecto en troncos pequeños. La fórmula es la siguiente:

$$V.p.t. = (D - 4)^2 \cdot \frac{L}{16}$$

Una modificación a esta fórmula dada por McKenzie es:

$$V.p.t. = (1 - 0,045) \times \frac{\pi \times (D - 4)^2 \times L}{48}$$

El diámetro hay que medirlo por el interior de la corteza y en el extremo menor.

Se ha demostrado que los resultados por defecto en los troncos pequeños y por exceso en los grandes se debe a que el desperdicio previsto en el despiece es proporcional al diámetro y a la longitud de los troncos en lugar de constante como supone la regla. Otro defecto de esta regla es que en su formulación se ha previsto una pérdida del 4,5 por 100 en serrín y mermas de secado, en lugar del 10 ó 30 por 100 de otras fórmulas.

REGLA DE (DOYLEY BAXTER)

La regla de Doyle mide por defecto los troncos pequeños y la de Baxter hace lo mismo los de grandes dimensiones, por lo que se han combinado ambas para lograr una fórmula eficiente.

Se emplea la regla primera hasta 20 pulgadas en diámetro y la de Baxter de 20 en adelante.

REGLA DE DOYLE Y SCRIBNER

Es otra regla combinada, en la que se emplea la regla de Scribner para valores de diámetro superiores a 28 pulgadas.

Igual que ocurre con la combinación anterior, los valores que proporciona para los volúmenes son por defecto, lo que compensa los troncos con defectos. Por este motivo ambos sistemas de medida han tenido bastante éxito entre los compradores de madera.

REGLA DE DREW

Esta regla se preparó mediante comprobaciones entre diagramas de despique y resultados obtenidos en numerosas serrerías. Los resultados conseguidos en esta primera aproximación, fueron reducidos para compensar los defectos ocultos.

La formulación aproximada de esta regla es la siguiente:

$$V.p.t. = 1 - (0,450 - 0,003xD) \frac{\pi \times D^2}{48} \times L$$

Una modificación de esta fórmula para troncos con una longitud de 12 pies tiene como expresión:

$$V.p.t. = 0,615 \times D^2 - 4,125 \times D + 29$$

Esta regla ha sido durante mucho tiempo la oficial del Estado de Washington, aunque fue raramente utilizada.

REGLA PERIMETRAL

Es una regla de volumen en la que la medición se realiza en el centro del tronco, en lugar de un extremo. No se tiene en cuenta la corteza al hacer las medidas.

$$V.P.C. = \left(\frac{\text{perímetro central}}{5} \right)^2 \times 2 \times L$$

Esta fórmula se utilizó en Nueva Zelanda.

FORMULA DE FINCH Y DE APGAR

Su realización se basa en un surco de sierra de 5/16 de pulgada, dando valores bajos para el volumen. McKenzie expresó matemáticamente esta regla:

$$V.p.t. = \left[(1 - 0,280) \frac{\pi \times D^2}{48} - 2,5 \right] \times L$$

REGLA DE CUARENTA Y CINCO

Se utilizó en el Estado de Nueva York, expresándose de la siguiente forma:

Para un tronco de 24 pulgadas multiplíquese el cuadrado de este diámetro por la longitud del tronco y el resultado por 45; después suprimanse tres cifras. Por cada 2 pulgadas de variación con respecto a las 24 standard súmese o réstese una unidad del factor 45, según que el diámetro sea mayor o menor de 24 pulgadas..

La expresión matemática es la siguiente:

$$V.p.t. = \frac{(66 + D) \times D^2 \times L}{2.000}$$

McKenzie expresa esta regla con la fórmula:

$$V.p.t. = [1 - (0,496 - 0,00763 D)] \frac{\pi \times D^2}{48} \times L$$

REGLA DE HERRING

Se basa en despique para producir tablas de una pulgada. Se utiliza principalmente para pino de Texas y tiene fama de proporcionar cubicciones por exceso. McKenzie ha formulado la regla de esta forma:

$$V.p.t. = [(1 - 0,392) \frac{\pi \times D^2}{48} - 1] \times L$$

para troncos con un diámetro no superior a 30 pulgadas.

$$V.p.t. = [(1 - 0,313) \frac{\pi \times D^2}{48} - 5,5] \times L$$

para troncos con diámetro comprendido entre 30 y 42 pulgadas.

REGLA DE CUADRADO INSCRITO

El lado de un cuadrado inscrito en un círculo de 24 pulgadas es aproximadamente 17 pulgadas.

Si tomamos como lado del cuadrado inscrito en cualquier círculo 17/24 de su diámetro, entonces el volumen de la madera que puede ser aserrada de un tronco con diámetro de D pulgadas es el siguiente:

$$V.p.c. = \left(\frac{17 \times D}{24} \right)^2 \left(\frac{L}{144} \right) = \frac{L \times D^2}{287}$$

REGLA DE NEW HAMPSHIRE

Esta regla se basa en un standard formado por una pieza de un pie de longitud y 16 pulgadas de diámetro, que se toma como equivalente a un pie cúbico. Este standard recibe el nombre de pie de Blodgett.

El volumen de un tronco medido en pies Blodgett es:

$$N.º \text{ de pies Blodgett} = \frac{Dm^2 \times L}{256}$$

La conversión para pasar de esta unidad a pies tabla es: 100 pies Blodgett = 1.000 pies tabla.

Esta fórmula proviene de New Hampshire, habiéndose expresado también de la forma:

$$V.p.t. = 0,41 Dm^2 - 0,1 \times Dm + 1$$

REGLA DE NEWFOUNDLAND

Según esta regla, el número de pies tabla que un tronco proporciona se halla multiplicando el diámetro menor por la mitad de su mismo valor y por la longitud del tronco en pies y dividiendo el producto por 12.

$$V.p.t. = \frac{L \times D^2}{24}$$

REGLA DE ONTARIO

Fue adoptada como sistema oficial de medida en el año 1952. Se aplica con troncos de diámetro comprendido entre 4 y 40 pulgadas y 8 a 18 pies de longitud.

La expresión matemática de esta regla es:

$$V.p.t. = (0,55 D^2 - 1,2 D) \frac{L}{12}$$

REGLA DE SORENSON

Esta regla tiene su origen en el año 1945 en la Costa del Pacífico de los Estados Unidos. Se basa también en la medida sin corteza del diámetro del extremo delgado de los rollizos.

El volumen obtenido en el aserrado es el siguiente:

$$V.P.C. = 0,005454154 \left(D + \frac{L}{12} \right) \times L$$

El término $\frac{L}{20}$ es un factor de conversión

para pasar de la medida del diámetro mínimo al diámetro medio, en la suposición de una disminución de una pulgada cada 10 pies de longitud.

REGLA DE SPAULDING

Es una antigua regla utilizada en San Francisco para troncos con diámetro entre 10 y 96 pulgadas. Se supone una vía de aserrado de 11/32 pulgadas y un despiece a tablas de una pulgada.

Como con otras reglas de cubicación, McKenzie la ha expresado en una fórmula:

$$V.p.t. = [(1 - 0,266) \frac{\pi \times D^2}{48} - 2] \times L$$

Esta regla proporciona resultados acordes con la realidad al utilizarse en troncos con pocos defectos. En el caso de madera con fendas, pudriciones, daños de rayos, etc., la estimación llega a ser un 30 por 100 superior a la producción real de tabla.

REGLA DE LOS TRES CUARTOS

Esta regla también es de un origen antiguo. Para obtener el volumen de pies tabla que un tronco determinado puede producir, se resta del diámetro menor un cuarto de su valor y se eleva el resultado al cuadrado:

$$V.p.t. = \frac{3}{4} D^2 \frac{L}{12}$$

McKenzie ha preparado otra fórmula para esta regla:

$$V.p.t. = [(1 - 0,283) \frac{\pi \times D^2}{48}] \times L$$

REGLA UNIVERSAL

Es una modificación de la regla de Champlain para eliminar algunos defectos que esta última presentaba en el uso.

La regla de Champlain era aceptable en troncos rectos y sin defectos, pues las pérdidas de aserrado que se contemplaban eran las de serrín, canteado, etc., pero no las de nudos, acebolladuras, fendas y malos crecimientos.

La fórmula que permite utilizar la regla de Champlain con troncos con defectos es la siguiente:

$$V.p.t. = (0,62832 \times D^2 - 2 D) \frac{L}{12}$$

McKenzie propone como regla universal:

$$V.p.t. = [(1 - 0,20) \frac{\pi (D - 1,6)^2}{48}] \times L$$

REGLA DE VERMONT

Es una regla sencilla, que consiste en hallar el volumen en pies cúbicos por la regla del cuadrado inscrito y multiplicarla por 12.

$$V.p.t. = 12 \times \frac{D^2 \times L}{287} = 0,0418 \times D^2 \times L$$

Con este nombre se conoce también la fórmula

$$V.p.t. = \frac{D^2 \times L}{24}$$

que es casi exactamente la misma.

REGLA DE WARNER

La expresión matemática de esta regla es:

$$V.p.t. = [(1 - 0,466) \frac{\pi \times D^2}{48} - 1] \times L$$

Los resultados obtenidos no están muy ajustados a la realidad, fundamentalmente por haberse calculado en base a una vía de sierra de 3/4 de pulgada, que es a todas luces excesiva.

REGLA DE WHEELER

Esta regla se expresa por medio de una tabla preparada para troncos con una longitud de 16 pies. El número de pies tabla que se obtienen con distintos diámetros es el siguiente:

Diámetro	Pies tabla
6... .. .	22
8... .. .	40
10... .. .	65
12... .. .	95
14... .. .	132
16... .. .	174
18... .. .	223
20... .. .	277
22... .. .	337
24... .. .	404
26... .. .	475
28... .. .	553
30... .. .	636

REGLA DE YOUNGLOVE

La medida del diámetro del tronco puede hacer según esta regla a un tercio de la longitud medida a partir del diámetro mínimo. En este caso se toma la medida con corteza.

También puede tomarse el diámetro medio sin corteza.

Los distintos diámetros dan en este último caso para troncos de 12 pies el siguiente volumen de pies tabla.

Diámetro medio	Volumen en pies tabla
6...	18
7...	21
8...	30
9...	37
10...	46
11...	56
12...	68
13...	79
14...	91
15...	103
16...	119
17...	137
18...	154
19...	172
20...	189
21...	208

Para troncos de 16 pies de longitud se utiliza la expresión siguiente:

$$V.p.t. = \frac{5}{8} D^2 m + \frac{9}{20} D m - 7$$

Calculo del volumen de árboles en pie

Especies latifoliadas

Para determinar el volumen comercial de los árboles en pie, existen varias fórmulas o ecuaciones. Ver Ecuaciones al final

La que se utiliza para el bosque latifoliado de Petén es la fórmula de la FAO (1968). para árboles sin gambas, para obtener un volumen comercial en m³ sin corteza.

$V = 0.0567 + 0.5074 \text{ dap}^2 * Hc$

de

Donde:

V = Volum en comercial (m³) sin corteza

dap = Diámetro a la altura del pecho (m)

Hc = Altura comercial (m)

Ejemplo: Se fue al campo y se midió un árbol que Tenia un diámetro de 79 cm y una altura comercial 8 metros. Cual es el vol. m³?

Aplicando la formula

$Vol = 0.0567 + 0.5074 * 0.79^2 * 8$

$Vol = 2.59 \text{ m}^3$

Especies coníferas (Pinus caribaea)

En el caso de bosques de coníferas específicamente el Pino de Petén *Pinus caribaea*, Peters, Roland. 1977, desarrollo varias ecuaciones para estimar el volumen total y fuste superior a 15 y 20 cm, sin corteza en m³. Ver Ecuaciones al final

La cubicación de pino se utiliza la siguiente ecuación de Contreras, José (1987).

$V = 0.006704806 + 0.00002812803 \text{ dap}^2 \text{ h.}$

y Aplicando la formula:
altura

Donde:

*18

V = Volum en m³ sin corteza

dap = diámetro en cm con corteza.

h = Altura total en metros.

Se fue al campo y se midió un árbol de pino se obtuvo un diámetro de 36 cm y una

total de 18 metros

$V = 0.006704806 + 0.00002812803 * 36^2$

$V = 0.66 \text{ m}^3$



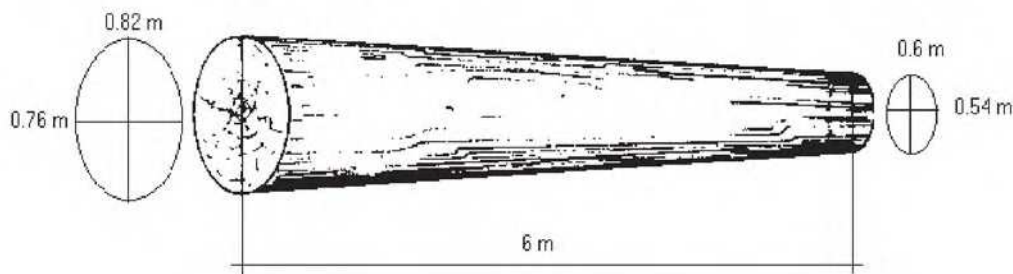
Medición del volumen (formula Smalian)

Cuantificación del volumen de trozos sanos.

Para poder determinar el volumen de madera en trozos es necesario tener el diámetro promedio, en metros (m), medido sin corteza y el largo del trozo también en metros (m).

El trozo mide 6.00 metros de largo, se mide en cruz, los diámetros menor y mayor en ambos extremos del trozo y se promedian.

Ejemplo:



Medición de trozo de troncos sanos

$$\text{Diámetro promedio} = D \text{ mayor } \frac{0.82 + 0.76}{2} = 0.79 \text{ m} \quad D \text{ menor } \frac{0.6 + 0.54}{2} = 0.57 \text{ m}$$

Una vez obtenido el diámetro promedio y el largo en metros, se deberá utilizar la formula de Smalian, que se indica seguidamente:

$$V = \frac{(D1^2 + D2^2) * 0.785 * L}{2}$$

Donde:

V = Volum en en metros cúbicos (m^3)

$D1$ = diámetro mayor en metros

$D2$ = Diámetro menor en metros

0.7854 = Factor resultante de la relación: $\pi/4$; siendo $\pi = 3.1416$

L = Largo de la troza en metros

Ejemplo : Calcule el volumen de una troza.

$$V = \frac{(0.79^2 + 0.57^2) * 0.7854 * 6}{2}$$

$$V = 2.24 \text{ m}^3$$

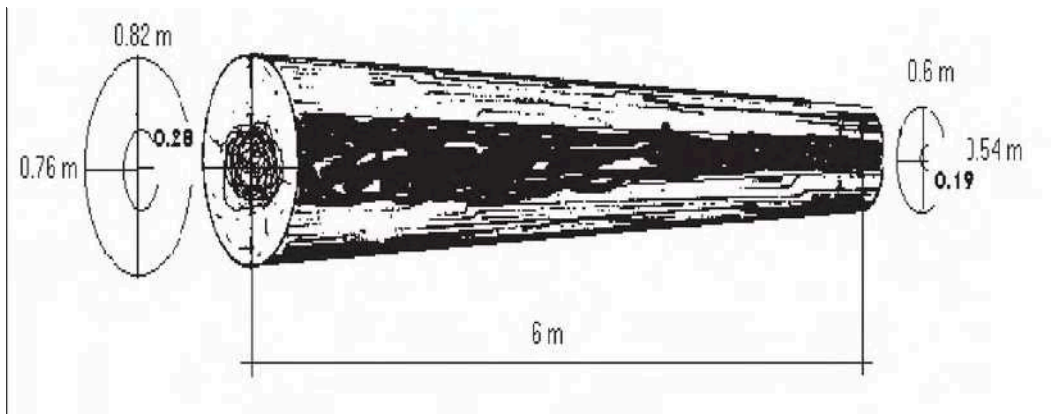
Cuantificación del volumen de trozos con corazón podrido a lo largo.

El primer paso es medir el diámetro normalmente como que si la madera estuviera sana, promediándose el diámetro mayor y el diámetro menor, multiplicándolo al final por el largo del trozo. Volumen 1.

Ejemplo

$$\text{Primer paso } V1 = \frac{(0.79^2 + 0.57^2)}{2} * 0.785 * 6$$

$$V1 = 2.24 \text{ m}^3$$



. Medición trozo afectado en todo lo largo

El segundo paso es medir el diámetro afectado o podrido, realizando el promedio, tanto del diámetro mayor y menor, multiplicándolo por el largo del trozo. (Volumen 2).

$$\text{Segundo Paso } V2 = \frac{(0.28^2 + 0.19^2)}{2} * 0.785 * 6$$

$$V2 = 0.27 \text{ m}^3$$

El tercer paso, el resultado del volumen 1 o total, le restamos el volumen 2 o afectado, obteniéndose el volumen aprovechable del trozo.

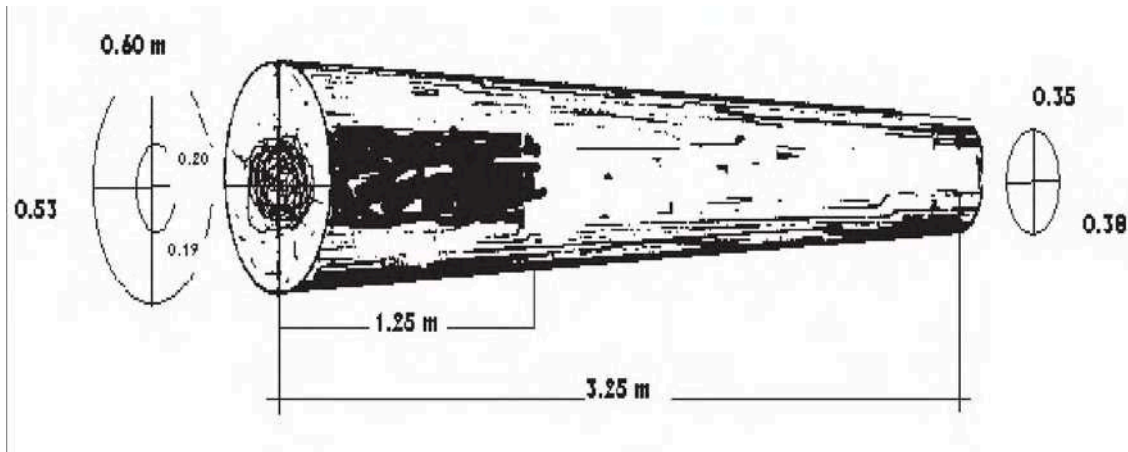
$$\text{Tercer paso } V1 - V2 = 2.24 - 0.27$$

$$V = 1.97 \text{ m}^3$$

Medición de trozos de corazón podrido en caso el efecto no sea en todo el trozo del tronco.

Los pasos son los mismos que el caso anterior, con la diferencia que el volumen total del trozo se le restan los metros afectados o podrido. Para la medición de la parte afectada se utiliza una vara para conocer el largo en metros y según la condición del trozo se le puede agregar entre 0.10 a 0.25 metros considerándose como madera afectada.

Ejemplo



Medición troza afectada en una sección de la troza.

Primer paso: Se obtiene el volumen total del trozo , midiendo los promedios de los dos extremos, por el largo total del trozo

$$V = \frac{(0.57^2 + 0.37^2) * 0.7854 * 3.25}{2}$$

$$V1 = 0.59 \text{ m}^3$$

Segundo Paso: Se mide el diámetro y se promedia el área afectada, calculándose el largo afectado, nuestro ejemplo es de 1 metro y según la condición del trozo se le agrego un 0.25 m.

$$V2 = 0.20^2 * 0.7854 * 1.25$$

$$V2 = 0.039 \text{ m}^3$$

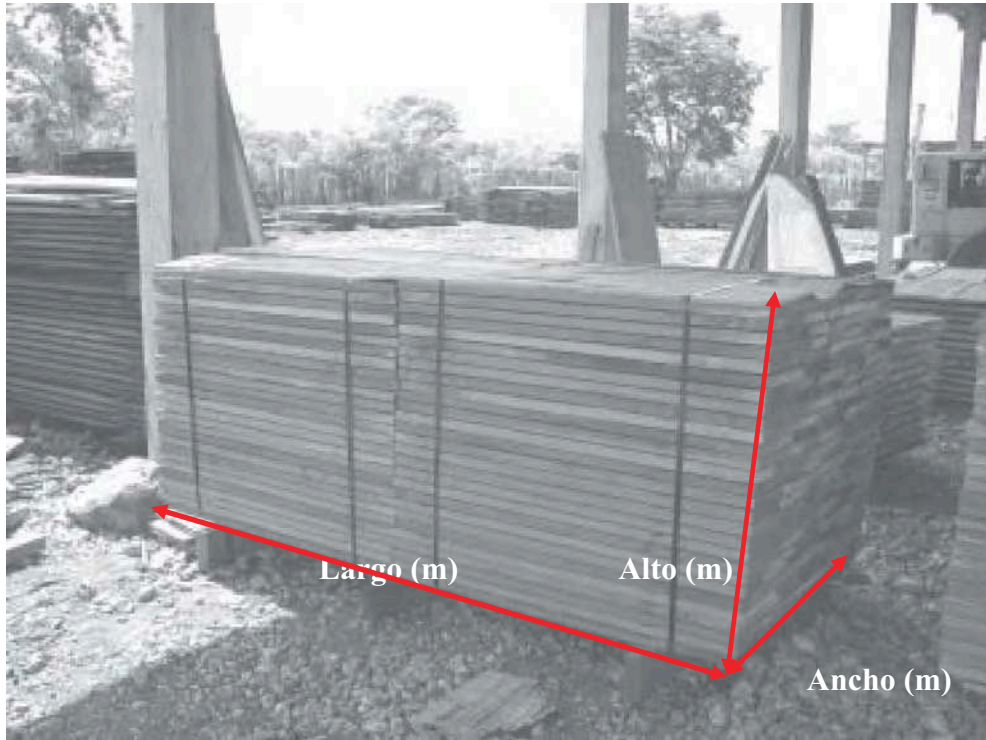
Tercer paso: El volumen aprovechable se obtiene, del volumen del trozo completa restándole el volumen de madera afectada.

$$V1 - V2 = 0.59 - 0.039$$

$$V = 0.55 \text{ m}^3 \text{ aprovechable.}$$

Cubicación de madera enfardada

La madera enfardada es aquella madera que se coloca en forma ordenada según las medidas solicitadas para el mercado nacional o internacional. Los fardos los hay de distintos largos y anchos.



. Cubicación de madera enfardada.

Se utiliza el largo, ancho y grosor por 0.78. (factor para compensar los espacios vacíos entre tablas).

$$Vol. = 0.78 * A * a * L$$

Donde:

Vol. = Volumen comercial en metros cúbicos

0.78 = Factor de corrección

A= alto (m)

a = ancho (m)

L= largo (m)

En el factor de corrección rangos permitidos de:

-10 % hasta + 10 %

Ejemplo. Utilizando el factor 0.78, se medio un fardo con un alto de 0.64 m, ancho de 1.12 m y largo de 2.65 m

$$Vol. = 0.78 * 0.64 * 1.12 * 2.65$$

$$Vol. = 1.48 m^3$$

Medición del volumen de madera aserrada y escuadrada

Cubicación de madera aserrada en metros cúbicos. $V = \text{Ancho} \times \text{Espesor} \times \text{Largo}$



Donde:

$V = \text{Volumen en metros cúbicos}$
 $A = \text{Ancho (m)}$
 $= \text{espesor (m)}$
 0.0762m

Ejemplo:
 $V = 0.20\text{m} * 0.0762\text{m} * 2.50\text{m}$
 $V = 0.038 \text{ m}^3$

$L = \text{largo (m)}$

Pasarlo a pies, usar tablas al final

. Medición volumen madera aserrada y escuadrada.

Se recomienda considerar tanto el ancho y espesor promedio, por la forma irregular de la madera escuadrada, el largo considerado debe ser la distancia más corta entre los dos extremos.

Medición de madera apilada



. Cubicación de madera apilada

Se calcula el volumen de cada trozo, utilizando la fórmula Smalian descrita anteriormente. Seguidamente se suman todos los volúmenes.

$\text{Vol. Total (m}^3\text{)} = V_1 + V_2 \dots N$

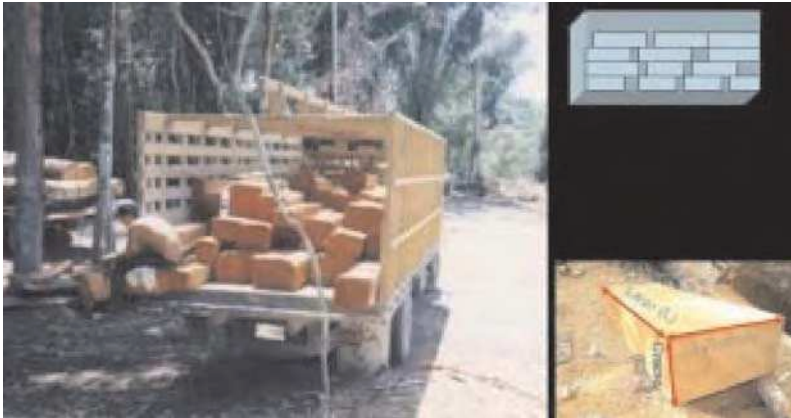
Cubicación de camiones que transportan madera en rollo del área de corte al aserradero



. Cubicación de madera en camiones

Por lo difícil de poder cubicar en forma general el volumen total que lleva un camión, se utilizara el mismo sistema utilizado en la apilada, cubicando individualmente cada trozo, para luego realizar la sumatoria total.

Cubicación de camiones que trasportan madera escuadrada



La cubicación se realizara pieza por pieza de madera escuadrada sin criterios de descuento, esto debido a las distintas dimensiones, quedando espacios considerados como se observa en la figura.

Cubicación de madera escuadrada en camiones

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:

Donde:

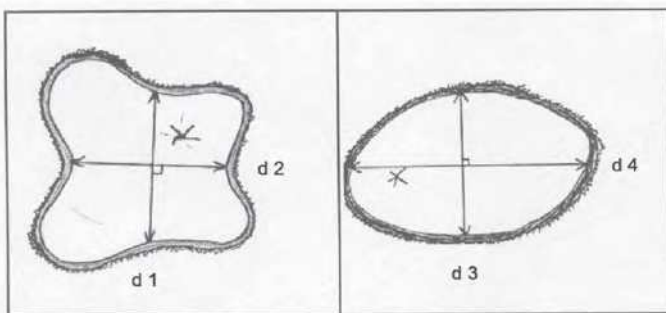
V = Volumen en m3

L = Largo de la troza en metros

Dx = Diámetro promedio de la troza en metros, diámetro medio, o el valor medio, expresado en metros y redondeado al cm inferior, de 4 diámetros,

tomado en pares: el primer par conocido como d1 y d2; el segundo par conocido como d3 y d4, medido en cada uno de los dos granos extremos, los extremos superiores de la zona (véanse las figuras 1 y 2).

Con el fin de elegir exactamente dónde medir los diámetros superiores en cada extremo, es preciso considerar la forma circular más grande que pueda trazarse en la última sección. Los dos diámetros que han de medirse tienen que ser el diámetro más corto posible y el diámetro más largo posible del círculo superior, medido perpendicularmente en su punto de intersección, que pasa por el centro exacto del círculo considerado. Los cuatro diámetros se han de medir bajo la corteza (es decir, excluida ésta), sobre la albura (es decir, incluida ésta), evitando todas las irregularidades posibles en el corte.



Donde:

d_a = Diámetro menor de la troza

d_b = Diámetro mayor de la troza

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

$$V = 3.1415 (D_x)_2 L/4$$

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

EQUIVALENCIAS EN LA MEDICION FORESTAL

1.- Factores de conversión

1.1.- Medidas longitudinales:

1 pulgada	: 2.5400	centímetros
1 pulgada	: 0.0254	metros
1 pie	: 12	pulgadas
1 pie	: 0.3048	metros
1 centímetro	: 0.3937	pulgadas
1 metro	: 3.2800	pies
1 kilómetro	: 1,000	metros

Para convertir:	Multiplíquese por:
Pulgadas a centímetros	2.5400
Centímetros a pulgadas	0.3937
Pies a metros	0.3048
Metros a pies	3.2808

1.2. Medidas de superficie:

1 hectárea	: 10,000	m2
1 pulgada cuadrada	: 0.006944	p2
1 pulgada cuadrada	: 6.451626	cm2
1 metro cuadrado	: 10.76387	p2
1 centímetro cuadrado	: 0.15500	pulg.2
1 pie cuadrado	: 144	pulg.2
1 pie cuadrado	: 0.092903	m2

Para convertir:	Multiplíquese por:
Pulgadas cuadradas a centímetros cuadrados	6.4516
Centímetros cuadrados a pulgadas cuadradas	0.1550
Pies cuadrados a metros cuadrados	0.0929
Metros cuadrados a pies cuadrados	10.7639

1.3. Medidas de volumen:

1 metro cúbico (m3)	: 35.3145	p3
1 pie cúbico (p3)	: 1,728	pulg.3
1 pie cúbico	: 0.02832	m3
1 centímetro cúbico (cm3)	: 0.06102	pulg.3
1 pulgada cúbica (pulg.3)	: 0.000579	p3
1 pulgada cúbica	: 16.38709	cm3
1 metro cúbico madera aserrada (m3s)	: 423.7	pt
1 pie tablar (pt = p2)	: 0,00236	m3s

Para convertir:	Multiplíquese por:
Pulgadas cúbicas a centímetros cúbicos	16.3871
Centímetros cúbicos a pulgadas cúbicas	0.0610
Pies cúbicos a metros cúbicos	0.0283
Metros cúbicos a pies cúbicos	35.3145
Metros cúbicos a pies tablares	423.7
Pies tablares a metros cúbicos	0.00236

Ecuaciones para estimar volumen de latifoliadas

Especie	Ecuación	Nombre común	Observaciones
Fórmula general FAO, 1968.	$V = 0.0567 + 0.5074 \text{ dap}^2 * Hc$		FAO, 1968. Árboles sin gambas y volumen sin corteza.
<i>Swietenia macrophylla</i>	$\text{Vol. (m}^3\text{)} = -3.366 + 0.0597 * \text{DAP (cm)} + 0.1861 * \text{Alt. Com. (m)}$	Caoba	Volumen neto con corteza Rodas, (2000). AFISAP
<i>Cedrela odorata</i>	$\text{Vol. (m}^3\text{)} = -4.7953685 + 0.08056499 * \text{DAP (cm)} + 0.18035456 * \text{Alt. Com. (m)}$	Cedro	
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	$\text{Vol. (m}^3\text{)} = -3.590712 + 0.06958857 * \text{DAP (cm)} + 0.171367 * \text{Alt. Com. (m)}$	Manchiche	
<i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Cedrela odorata</i>	$\text{Vol. (m}^3\text{)} = -8.916 + 0.309 * \text{Alt. Com. (m)} + 0.123 * \text{DAP (cm)}$	Caoba y Cedro	Volumen comercial sin corteza. Rivas (2000) Laborantes del Bosque.
<i>Swietenia macrophylla</i>	$\text{Vol. (m}^3\text{)} = -6.285503 + 0.09879648 \text{ DAP (cm)} + 0.2205042 \text{ alt. coml (m)}$	Caoba	Volumen comercial sin corteza Zetina (1999). Suchitecos
<i>Swietenia macrophylla</i>	$V = 0.0000513626 x (D^2 H)^{1.00497842}$	Caoba	Volumen bruto sin corteza en m³ Koper, 1969. Carrillo Puerto, Quintana Roo. México.
<i>Terminalia amazonia</i>	$V = 0.0000698798 x (D^2 H)^{0.9984630358}$	Canxan	
<i>Brosimum alicastrum</i>	$V = 0.0000440524 x (D^2 H)^{1.016876336}$	Ramón	
<i>Dialium guianensis</i>	$V = 0.0000399495 x (D^2 H)^{1.039256484}$	Tamarindillo o guapaque	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	$V = 0.0000643242 x (D^2 H)^{0.988922585}$	Santa María	
Otras especies	$V = 0.108337266 + 0.000046499 (D^2 H)$		

Ecuaciones para estimar el volumen de *Pinus caribaea*

Especie	Parte superior del fuste principal		
<i>Pinus caribaea</i>	Total	15 cm	20 cm
Peters, Roland, 1997	$V = 0.0684728026 + 0.0000309465 \text{ dap}^2 \text{ h.}$	$V = 0.0339689255 + 0.0000300689 \text{ dap}^2 \text{ h.}$	$V = 0.1550082564 + 0.0000313933 \text{ dap}^2 \text{ h.}$
Contreras, José, 1987	$V = 0.006704806 + 0.00002812803 \text{ dap}^2 \text{ h.}$		