



**UNODC**  
Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito



## Manual para el Productor Forestal



ALEMANIA



AUSTRIA



FRANCIA



VICEMINISTERIO DE COCA  
Y DESARROLLO INTEGRAL





## PRESENTACIÓN

*El proyecto Manejo Integral de Recursos Naturales en el trópico de Cochabamba y los Yungas de La Paz (BOL/179) conocido como Jatun Sacha (árbol grande en quechua y Jacha Coka en aymara), es una iniciativa de la oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito (UNODC) y el Viceministerio de la Coca y Desarrollo Integral (VCDI).*

*Con el propósito de brindar oportunidades de generación de ingresos económicos en el corto y mediano plazo, el Proyecto provee asistencia técnica a los productores del municipio de La Asunta en el establecimiento de plantaciones forestales y la elaboración de Planes de Manejo Forestal que son aprobados por la Autoridad de Bosques y Tierras (ABT) para el aprovechamiento de la madera que permita generar ingresos económicos de las familias.*

*El presente manual constituye un resumen de las experiencias logradas por el proyecto en el municipio de La Asunta, con el fin de aportar información a productores y como consulta rápida y sencilla para estimar el volumen de madera de un árbol y estimar su valor de comercialización.*



## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| Presentación.....   | 1  |
| 1. Introducción.....  | 3  |
| 2. Unidades de medidas.....   | 4  |
| 3. Instrumentos utilizados en la cubicación de madera.....  | 6  |
| 4. Formas de medir el volumen de árboles en pie tumbados y sus derivados (madera aserrada, cuartón, vigas, listones y tablas) ..... | 7  |
| 5. Especies forestales de valor comercial en el municipio de la asunta: .....   | 17 |



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente manual está dirigido a productores(as), quienes quieren conocer o calcular los volúmenes de madera que tienen dentro su propiedad (parcela, chaco o lote agrícola) y de esa forma conocer el valor económico que puede generar las plantas forestales y realizar una comercialización de madera con más ganancias.

La forma de conocer el volumen de madera de un árbol en pie, árbol tumbado (rollizo) o de madera aserrada ya sea con motosierra o en aserradero es mediante la cubicación.

La cubicación es un procedimiento en el cual el agricultor toma datos reales de las dimensiones de los árboles en pie (diámetro altura pecho en metros y altura en metros), árbol tumbado (diámetro mayor, diámetro menor y largo) o madera aserrada (ancho, largo y espesor), utilizando un instrumento de medida (flexómetro o wincha métrica).

En este manual el agricultor podrá encontrar la forma de calcular adecuadamente el volumen de madera ya sea árbol en pie, árbol tumbado (rollizo), cuartón (madera aserrada con motosierra) y tablas.

Para que el agricultor utilice los procedimientos adecuados y realizar los diferentes cálculos para obtener los volúmenes de madera, necesariamente debe leer cuidadosamente el manual. De esta manera el agricultor pondrá en práctica lo aprendido como resultado de la lectura del manual y realizar la práctica en el campo o donde lo requiera.



## 2. 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, flexómetro y wincha.

Por ejemplo, en un cuartón de madera podemos ver tres dimensiones ancho, espesor y largo, que serán definidas por la UNIDADES DE MEDIDAS, las cuales serán en centímetros, metros, pulgadas, pies, etc.

Dentro las unidades de medida en nuestro medio se maneja dos sistemas de medición: el sistema métrico y el sistema inglés. A continuación se detalla los dos sistemas de medida.

### a) Sistema métrico

- Milímetro (mm)
- Centímetro (cm)
- Metro (m)
- Kilometro (km)

### b) Sistema inglés:

- Pulgada
- Pie
- Yarda

**2.1. Medidas lineales:** Cuando utilizamos una sola dimensión o en superficies planas, son llamadas medidas lineales, las mismas se expresan en milímetros, centímetros, metros, kilómetros, etc.

LARGO 1 metro



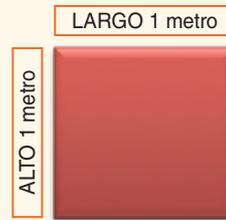


**2.2. Medidas de área:** Cuando utilizamos dos dimensiones para medir estamos hallando el área de un objeto y estamos haciendo uso de las que llamamos MEDIDAS DE AREA. Esta medida se obtiene multiplicando los dos lados.

Por ejemplo: Si tenemos una pizarra y queremos saber cuál es el área, entonces usamos un flexómetro o wincha y medimos sus dos dimensiones.

**Ejemplo:**

En este caso utilizamos 2 dimensiones Lineales: el largo y alto, que miden 1 metro cada uno. Si juntamos las dos y medimos, tenemos 1 metro de alto y 1 metro de largo, multiplicando ambas dimensiones tenemos 1 metro cuadrado =  $m = 1 \text{ m}^2$ . de área



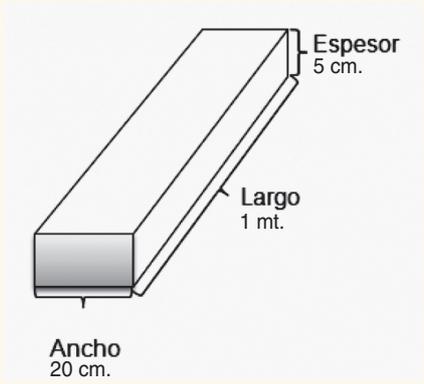
**2.3. Medidas de volumen:** Si combinamos las tres dimensiones, el largo, ancho y espesor de un objeto, tenemos una medida llamada VOLUMEN. Esta medida será la más utilizada para el cálculo de madera como tablas, cuarterones, árbol en pie y árbol tumbado.

**Por ejemplo:**

Si encontramos una pieza de madera o un cuartón y queremos conocer cuánto de VOLUMEN tiene?. El procedimiento es el siguiente, multiplicar las tres dimensiones, el espesor por el ancho y el largo de esta forma tendremos el volumen de la pieza al cual se hizo la medición.



*En este caso medimos el volumen usando las tres dimensiones, el largo, el ancho y el espesor entonces tenemos*



$\text{Volúmen} = 1 \text{ mt.} \times 0,2 \text{ mt.} \times 0,05 \text{ mt.} = 0,05 \text{ mt}^3$

### 3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA CUBICACIÓN DE MADERA

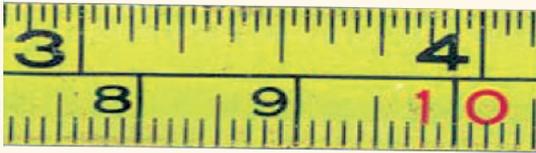
Para realizar la cubicación de madera en campo las herramientas más fáciles de conseguir son el flexómetro y wincha métrica estas herramientas tienen medidas en milímetros, centímetros, metros, pulgadas y pies, estas herramientas mediante la medición directa nos darán las dimensiones de los objetos medidos.

Flexómetro



Wincha métrica





Pulgadas

Centímetros

## 4. FORMAS DE MEDIR EL VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE TUMBADOS Y SUS DERIVADOS (MADERA ASERRADA, CUARTÓN, VIGAS, LISTONES Y TABLAS)

Para conocer en volumen de madera de un árbol en pie, tumbado o seccionado se tomaran datos con instrumentos de medición de los lugares medibles, es decir de los diámetros mayor, menor y el largo, todos estos datos se obtendrán en metros así de esta forma el volumen de madera será en metros cúbicos, en el comercio de madera en tronca a nivel nacional se maneja en metros cúbicos.

En el comercio de madera aserrada entre los cuales podemos mencionar tablas, vigas, listones, cuartones y madera dimensionada, la comercialización se realiza en pie tablar, esta unidad de comercialización se maneja a nivel internacional y nacional.

La unidad de pie tablar proviene del comercio de madera que se realizaba en los Estados Unidos y los países Europeos, esta unidad de comercialización de madera se adoptó en el país, el cual se maneja actualmente, para el comercio de madera aserrada.

Un pie tablar es equivalente al resultado de la medición de una pieza de madera con las siguientes medidas, un pie de ancho por un pie de alto y de espesor una pulgada, en los flexómetros comunes se puede observar esta unidad.



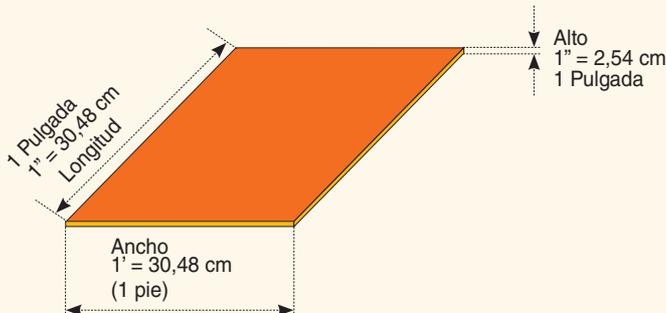
## Un pie tablar:

1 cm. = 10 mm.

1 mt. = 100 cm.

1 pulgada = 2,54 cm.

1 pie = 12 pulgadas = 30,48 cm.



**4.1 Cubicación árbol en pie:** Este caso se da cuando el árbol aún se encuentra en pie es decir en su forma natural en el bosque, para conocer el volumen de madera de un árbol en pie se utiliza la siguiente fórmula:

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

Dónde:

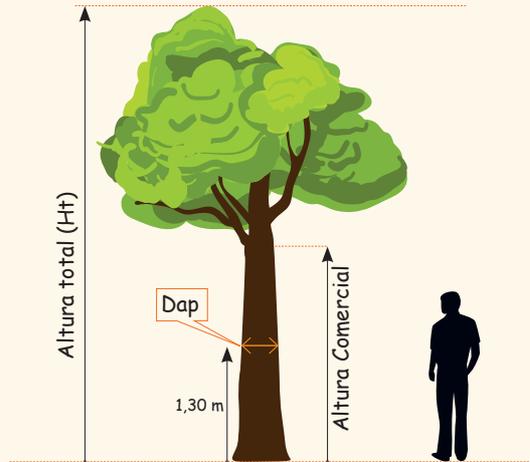
- V** = Volumen de la madera en metros cúbicos
- Dap** = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros
- Hc** = Altura comercial del árbol en metros
- f** = Factor de forma = 0.75 (forma del fuste cilíndrico)

Esta fórmula será de mucha ayuda si quieres saber la cantidad de madera que podrás obtener de los árboles en pie que hay en tu propiedad.

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, se utiliza el valor de 0.75 para todas las especies.



**Ejemplo 1:** Como se debe tomar la medición de un árbol en pie o árbol en su estado parado en el bosque, para .



Por ejemplo: En la Comunidad San Martín en el municipio de La Asunta, el Directorio aprobó la venta de un árbol de cedro, para lo cual deben realizar la respectiva cubicación. El agricultor se dirige al bosque y obtiene las siguientes medidas.

Forma correcta de realizar la medición de árbol en pie



Datos tomados del árbol de Cedro por el agricultor

Dap = 50 centímetros  
Hc = 5 metros  
f = 0.75



**Solución:**

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

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

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

2. Calculamos el rendimiento de la troza:

El rendimiento estandarizado por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras (ABT) y estudios realizados por aserraderos donde un m<sup>3</sup> es igual a 270 pt.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \text{ _____ } 270 \text{ pt.} \\ 0.736 \text{ m}^3 \text{ _____ } X \end{array}$$

$$X = \frac{0.736 \text{ m}^3 \times 270\text{pt}}{1 \text{ m}^3} = 198, 72 \text{ pt.} = 198 \text{ pt.}$$

**Respuesta:** el volumen de madera en pie será 198 pt. (pies tablares)

**4.2 Cubicación de madera en rola (troza):** Esta cubicación se realiza cuando el árbol ya ha sido tumbado y trozado en secciones, la medición que se toma para el cálculo de volumen es la medición de los diámetros de ambos extremos es decir el diámetro mayor, diámetro menor y el largo de la troza.



$$\text{Volumen de rola} = \frac{0,7854 * (D1)^2 + (D2)^2 * L}{2} = \text{mt}^3$$

**Forma correcta de realizar la medición de árbol trozado**





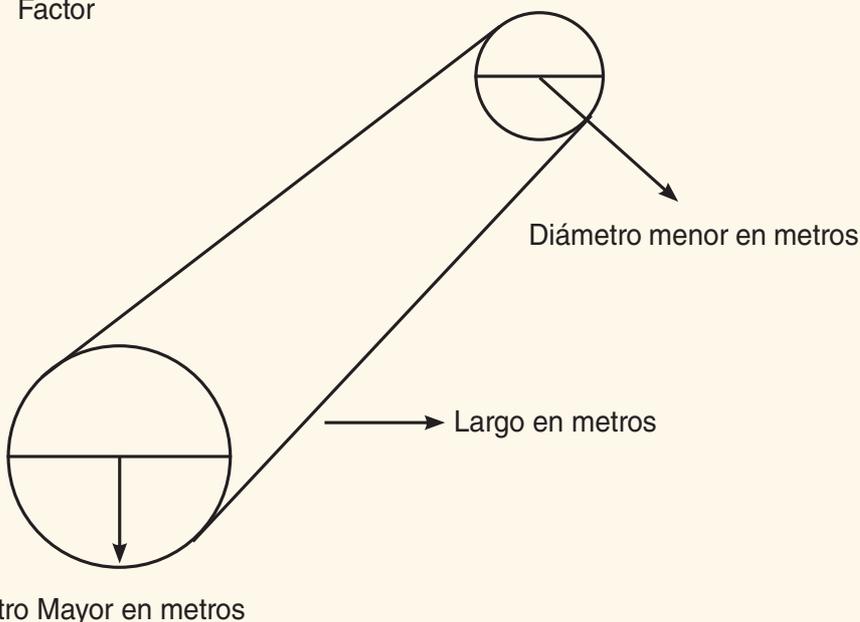
Datos:

D1 = Diámetro menor en metros al cuadrado

D2 = Diámetro mayor en metros al cuadrado

L = Largo de la Rola (Troza) en metros

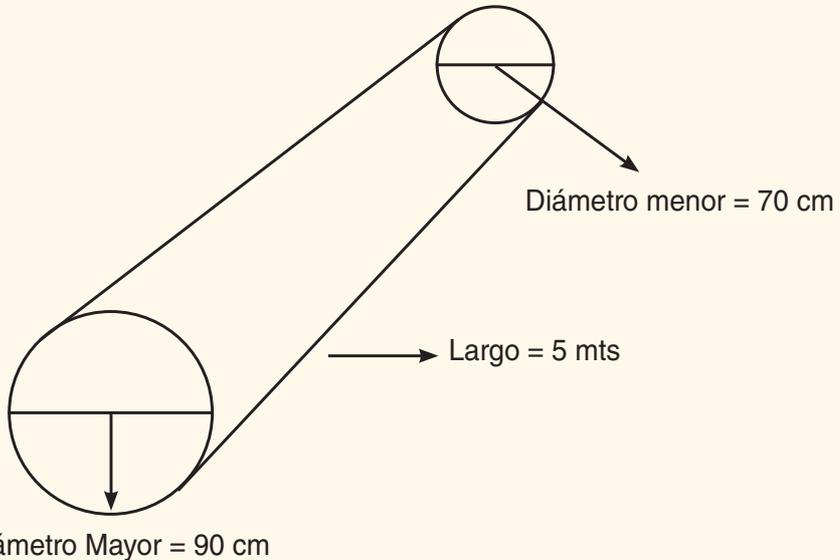
0,7854 Factor



**Ejercicio:**

### FORMULA DE APLICACIÓN

$$\text{Volumen de Rola} = \frac{0,7854 \times (D1)^2 + (D2)^2 \times L}{2}$$



**REEMPLAZANDO LA FORMULA**

**Paso 1** Volumen de Rola =  $\frac{0,7854 \times (70 \text{ cm})^2 + (90 \text{ cm})^2 \times 5 \text{ mts}}{2}$

**Paso 2** Desarrollando los paréntesis en el paso 1 para transformar los diámetros de centímetros a metros

Diámetro 1 (menor)

1 mts ..... 100 cm

x..... 70 cm

---

X = 1 mts x 70 cm

100 cm

---

X = 1 mts x 70

100

---

X = 0,70 mts

Diámetro 2 (mayor)

1 mts ..... 100 cm

x..... 90 cm

---

X = 1 mts x 90 cm

100 cm

---

X = 1 mts x 90

100

---

X = 0,90 mts



**Paso 3**

$$\text{Volumen de Rola} = \frac{0,7854 \times (0,70 \text{ mts})^2 + (0,90 \text{ mts})^2 \times 5 \text{ mts}}{2}$$

**Paso 4** Elevado al cuadrado los paréntesis

$$(0,70 \text{ mts})^2 = 0,70 \text{ mts} \times 0,70 \text{ mts} = 0,49 \text{ mts}^2$$

$$(0,90 \text{ mts})^2 = 0,90 \text{ mts} \times 0,90 \text{ mts} = 0,81 \text{ mts}^2$$

**Paso 5** En la Formula

$$\text{Volumen de Rola} = \frac{0,7854 \times (0,49 \text{ mts}^2 + 0,81 \text{ mts}^2) \times 5 \text{ mts}}{2}$$

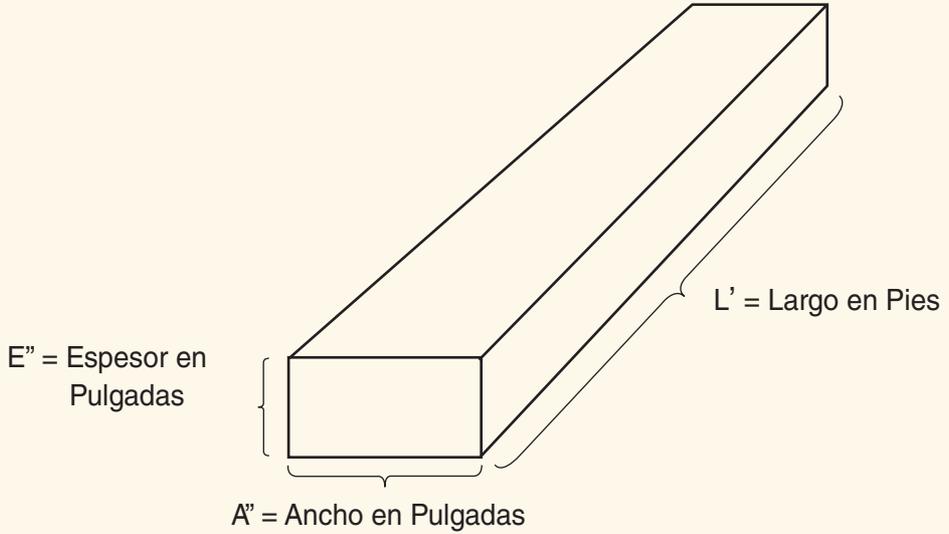
**Paso 6** Volumen de Rola =  $\frac{0,7854 \times 1,3 \text{ mts}^2 \times 5 \text{ mts}}{2}$

**Paso 7** Volumen de Rola =  $5,10 \text{ m}^3$

**Paso 8** Volumen equivalente =  $5,10 \text{ m}^3 \times 220 \text{ pies} = 1.122 \text{ pies tablares}$

**4.3 Cubicación en madera aserrada:** Para calcular el volumen en pie tablar de madera aserrada como ser: vigas, listones, cuarterones y otras maderas dimensionadas, se debe tomar las mediciones del ancho en pulgadas, el espesor en pulgadas y el largo en pies, así se obtendrá el volumen de la pieza medida en pies tablares.

En la figura se observa la forma de tomar las mediciones de la pieza de madera para realizar el cálculo de volumen en pie tablar de madera aserrada.



Ancho pulgadas



Largo pulgadas



Espesor en pulgadas

La fórmula para realizar el cálculo de volumen de madera aserrada es la siguiente:

$$Pt = \frac{E'' \times A'' \times L'}{12}$$

Dónde:

**Pt** = Pie tablar

**E''** = Espesor de la madera en pulgadas

**A''** = Ancho de la madera en pulgadas

**L'** = Largo de la madera en pies

Ejemplo:    Espesor (E) = 2'' , ancho (A) = 6'' y longitud (L) = 15'  
Volumen (Pt) =  $\frac{2'' \times 6'' \times 15'}{12}$  = 15 Pt



Redondeo de pies y pulgadas:

El redondeo de pies y pulgadas en piezas de madera para el cálculo de volumen se realiza aproximando al valor menor, sin tomar en cuenta el excedente de medición ya que para el cálculo se realiza de medidas exactas tanto en pie como en pulgadas a continuación se observa algunos ejemplos.

13.1" es igual a 13"

10.5' es igual a 10'

13.9" es igual a 13"

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, así mismo se sugiere realizar los cortes a pedido del comprador.

En 1 mt<sup>3</sup> de madera aserrada existen 424 pies tablares de madera.

## 5. ESPECIES FORESTALES DE VALOR COMERCIAL EN EL MUNICIPIO DE LA ASUNTA:

El municipio de La Asunta caracterizada por su vegetación, presenta un sinfín de especies forestales para el aprovechamiento de madera, al mismo tiempo solo se aprovecha pocas especies forestales entre las cuales podemos mencionar:



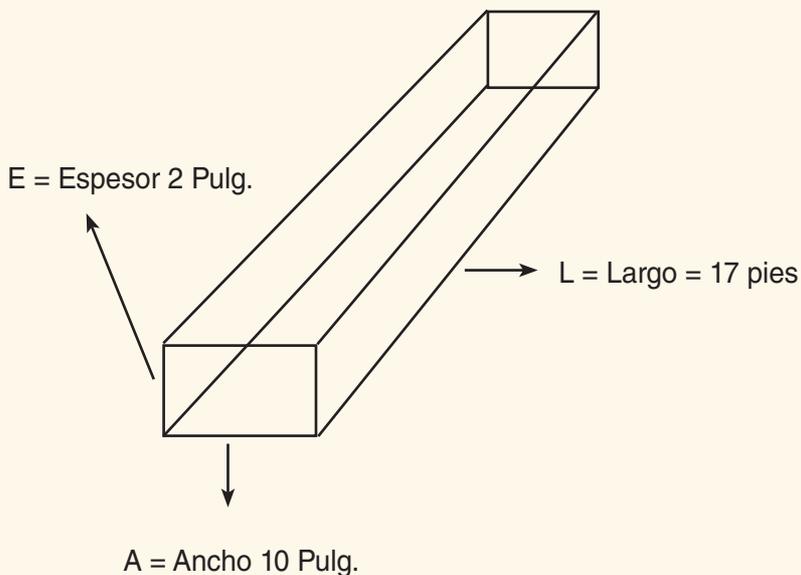
## COMO CUBICAMOS NUESTRA MADERA

| N° | NOMBRE COMUN    | NOMBRE CIENTIFICO                                      | USO                        |
|----|-----------------|--|----------------------------|
| 1  | AJIPA           | <i>Qualea sp.</i>                                      | Construcción               |
| 2  | AJO AJO         | <i>Galesia integrifolia (Sprengel) Harms</i>           | Construcción               |
| 3  | ALMENDRILLO     | <i>Dipteryx odorata (Aublet) Willd.</i>                | Construcción y carpintería |
| 4  | BIBOSI COLORADO | <i>Ficus boliviana C.C. Berg</i>                       | Construcción               |
| 5  | CEDRO           | <i>Cedrela odorata L.</i>                              | Carpintería                |
| 6  | CHASCA MORA     | <i>Lonchocarpus sp.</i>                                | Construcción               |
| 7  | COPAL           | <i>Hymenaea courbaril L.</i>                           | Carpintería                |
| 8  | CUTA            | <i>Astronium lecointei Ducke</i>                       | Carpintería                |
| 9  | GABUN           | <i>Virola sebifera Aublet</i>                          | Carpintería                |
| 10 | GALLITO         | <i>Erythrina sp.</i>                                   | Ornamental                 |
| 11 | HUASICUCHO      | <i>Centrolobium ochroxylum Rose ex Rudd</i>            | Carpintería                |
| 12 | ISIGO           | <i>Tetragastris altissima (Aublet) Swart</i>           | Carpintería                |
| 13 | LAUREL          | <i>Nectandra sp.</i>                                   | Carpintería                |
| 14 | LAUREL AMARILLO | <i>Nectandra sp.</i>                                   | Carpintería                |
| 15 | LAUREL NEGRO    | <i>Ocotea sp.</i>                                      | Carpintería                |
| 16 | MARA            | <i>Swietenia macrophylla King</i>                      | Carpintería                |
| 17 | MASCAJO         | <i>Clarisia racemosa (Ruiz &amp; Pavon)</i>            | Construcción               |
| 18 | MASCAJO BLANCO  | <i>Clarisia biflora (Ruiz &amp; Pavon)</i>             | Construcción               |
| 19 | NOGAL           | <i>Juglans boliviana (C. DC.) Dode</i>                 | Carpintería y construcción |
| 20 | PAQUIO          | <i>Hymenaea courbaril L.</i>                           | Carpintería y construcción |
| 21 | QUINA QUINA     | <i>Myroxylon balsamum (L.) Harms</i>                   | Carpintería y construcción |
| 22 | ROBLE           | <i>Amburana cearensis (Allemao) A. C. Smith</i>        | Carpintería                |
| 23 | SEREBO          | <i>Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke</i>          | Construcción               |
| 24 | TOCO COLORADO   | <i>Pirapiptadenia pendula (Willd.) Benth. ex Walp.</i> | Carpintería                |
| 25 | VERDOLAGO       | <i>Calycophyllum multiflorum Griseb.</i>               | Carpintería                |
| 26 | VERDOLAGO       | <i>Terminalia oblonga (Ruiz &amp; Pavon) Steudel</i>   | Carpintería                |
| 27 | YESQUERO        | <i>Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze</i>           | Carpintería                |
| 28 | ZAPALLO         | <i>Pisonia sp.</i>                                     | Construcción               |



### EJERCICIO:

Por ejemplo un agricultor quiere vender madera del Plan de Manejo al aserradero Chiripas. Para esto, tiene un cuartón que desea tablearlo y saber cada tabla cuantos pies tablares tendrá.



### REEMPLAZANDO EN LA FORMULA

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

Dónde:

**Paso 1** 
$$\text{Volumen} = \frac{2 \text{ pulg} \times 10 \text{ pulg} \times 17 \text{ pies}}{12}$$



**Paso 2**      Volumen =  $\frac{20 \text{ pulg} \times 17 \text{ pies}}{12}$

**Paso 3**      Volumen =  $\frac{340 \text{ pulg} \times \text{pies}}{12}$

**Paso 4**      Volumen = 28.3 Pt

**Volumen = 28 Pt**

### **EJERCICIOS**

Nro. 1

Datos

D1 = 55 cm

D2 = 70 cm

L = 6 mts

0,7854 Factor

Respuesta = 1,86 m3

Nro. 2

Datos

D1 = 0,90 mts

D2 = 1,15 mts

L = 4,5 mts

0,7854 Factor

Respuesta = 3,7 m3





## COMO CUBICAMOS NUESTRA MADERA

Elaboración

**Raúl Choque Mamani**

Revisión

**David Fernández**

**Carlos Díaz**

Fotografías

**Proyecto Jatun Sach'a**

Diseño, diagramación e impresión

**Impresiones Master**

Edición e Ilustración

**Proyecto Jatun Sach'a**

**1ra. Edición 2017**

**Proyecto:  
Manejo Integral de los  
Recursos Naturales en el  
Trópico de Cochabamba y  
Los Yungas de La Paz  
BOL/179  
(VCDI - UNODC)**

### **Para mayor información dirigirse a:**

*Oficina Central La Paz: Av. Sánchez Bustamante esq. Calle 14,  
Edificio Metrobol II, piso 3, Calacoto - Telf. 591-2-2624371*

*Oficina La Asunta: Los Yungas - La Paz - Teléfono: 67199527*



ALEMANIA



AUSTRIA



FRANCIA