



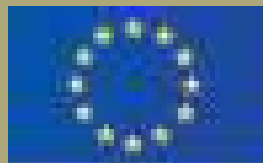
guía de
CUBICACIÓN
de **MADERA**

No. 1



**GOBERNANZA
FORESTAL**

Por los bosques por la gente



UNIÓN EUROPEA

Juan Manuel Álvarez Villegas
Director General Corporación Autónoma
Regional del Risaralda – CARDER.

AUTORES:

Ediesummer Gutiérrez Rodríguez.
Rubén Darío Moreno Orjuela.
Nelson Villota Echeverry.

COORDINACIÓN EDITORIAL:

Rubén Darío Moreno Orjuela.
Julián David Rengifo López.

**EQUIPO CENTRAL PROYECTO POSICIONAMIENTO
DE LA GOBERNANZA FORESTAL EN COLOMBIA:**

Rubén Darío Moreno O.
Director Técnico General del Proyecto.
José Benhur Zapata O. Administrador.
José Miguel Orozco M. Asesor.
Nelson Villota E. Articulación Regiones.
Ediesummer Gutiérrez R. Ingeniero Forestal.
Jairo Eduardo Pinzón M. Ingeniero Forestal.
Julián David Rengifo L. Comunicación y Visibilidad.

FOTOGRAFÍAS E ILUSTRACIONES:

Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia

Diseño, Diagramación e Impresión
Gráfica Budas S.A.S. Pereira.
PBX 335 7235

ISBN: 978-958-8370-42-2

“La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de la CARDER y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea”.

TABLA de contenido

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	6
2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.	6
3. MEDICIÓN DE VARIABLES DE ÁRBOLES EN PIE.	7
3.1. DIÁMETRO	7
3.2. ALTURA	8
4. CUBICACIÓN FORESTAL.	11
4.1. VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE	11
4.2. CUBICACIÓN DE MADERA EN ROLLO, TROZAS O BOLILLO.	13
4.3. CUBICACIÓN DE MADERA PROCESADA.	14
4.3.1. Pulgada comercial (PC)	15
4.3.2. Pie Tablar (PT)	16
4.3.3. Pulgada vara (PV)	16
4.4. MEDICIONES Y CUBICACIÓN DE MADERA TRANSPORTADA.	15
4.4.1. Transporte Fluvial	17
4.4.2. Transporte Terrestre	18
4.5. MEDICIÓN DE VOLUMEN EN MADERA ASERRADA ENFARDADA Y ROLLIZA APILADA.	22
4.5.1. Cubicación de madera enfardada	22
4.5.2. Cubicación de madera rolliza apilada	25
4.6. MEDICIÓN Y CUBICACIÓN DE CARBÓN Y LEÑA.	26
4.6.1. Carbón	26
4.6.2. Leña	26
5. UNIDADES DE MEDIDA Y FACTORES DE CONVERSIÓN.	27
GLOSARIO	32
EJERCICIOS	36
BIBLIOGRAFÍA	41

PRESENTACIÓN

Las corporaciones autónomas regionales que participan en la ejecución del Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia, han venido desarrollando una serie de actividades técnicas que tienen como objeto mejorar el proceso de administración forestal; para lograr este propósito, se ha establecido que es indispensable reducir la discrecionalidad en las actuaciones de índole técnica, y esta meta se alcanza, sólo si se llega a acuerdos y criterios comunes sobre temas específicos.

Uno de los aspectos técnicos sobre los cuales se ha decidido actuar de manera inmediata, es el relacionado con la cuantificación del volumen de madera que se aprovecha, moviliza y comercializa.

La actividad de cubicar los árboles así como las piezas comerciales que se obtienen a partir de su transformación, es en términos generales de amplio conocimiento, pero se han detectado diferencias sustanciales entre algunas de las autoridades ambientales que participan en la ejecución del Proyecto cuando adelantan la cubicación de madera en el bosque, en la carretera o en las vías fluviales y en los depósitos de madera; ante esta realidad, se acordó generar una guía técnica de cubicación de madera, que permitiera unificar los criterios y procedimientos para el desarrollo de esta actividad.

Para darle mayor rigurosidad técnica a la Guía de Cubicación, se solicitó y contó con la colaboración de las Facultades de Ingeniería Forestal de la Universidad Distrital de Bogotá, Universidad Nacional (seccional Medellín) y Universidad del Tolima, que realizaron la revisión y el ajuste de este documento.

Gracias a dicho apoyo y al trabajo realizado por el equipo de profesionales que han participado en este proceso, se entrega a las autoridades ambientales socias del Proyecto y a todas las demás del país, un instrumento técnico que permitirá reducir la discrecionalidad técnica al cubicar la madera en las diversas etapas de aprovechamiento, transporte, transformación y comercialización, y que por ende, contribuirá al mejoramiento de la legalidad forestal en nuestro país.

El compromiso es adoptar la guía e implementarla para que, complementariamente a los fines mencionados, se puedan realizar análisis más precisos sobre el comportamiento de los aprovechamientos forestales que se autorizan por parte de las autoridades ambientales; y con base en ello se tomen determinaciones que, con una mayor certeza técnica, contribuyan a avanzar hacia la gestión sostenible de los recursos forestales.

JUAN MANUEL ÁLVAREZ VILLEGAS
Director General
Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER

Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia

Entidad Ejecutora:

Corporación Autónoma Regional del Risaralda (CARDER)

Entidades Socias:

Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS)

Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA)

Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ)

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR)

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA)

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (CODECHOCÓ)

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (CORPOURABÁ).

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)

Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC)

Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO)

ONG Corporación Aldea Global.

Entidades Colaboradoras:

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (ASOCARS)

2013

COLABORADORES

NOMBRE	CARGO	CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL
Albadán Murillo Simón Javier	Profesional Universitario Subdirección de Calidad Ambiental	Corporación Autónoma Regional del Tolima
Álvarez del Pino Ricard Liliana	Coordinadora del Sistema de Información Estadística Forestal	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó
Arroyo Osorio Armando	Profesional Especializado Subdirección de Conocimiento y Evaluación Ambiental	Corporación Autónoma Regional de Nariño
Correa Montañés Miguel Antonio	Profesional Universitario Subdirección de Ecosistemas	Corporación Autónoma de la Frontera Nororiental
Gaitán Mesa Holman Raúl	Ingeniero Forestal Programa Flora Silvestre	Corporación Autónoma Regional del Cauca
Giraldo Herrera Édgar	Profesional Especializado Subdirección de Ejecución de Políticas Ambientales	Corporación Autónoma Regional de Quindío
Ospina Ospina Gladys	Profesional Especializado Subdirección de Gestión Ambiental Territorial	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
Rincón Poveda Dorance	Profesional Especializado Subdirección de Recursos Naturales	Corporación Autónoma Regional de Caldas
Rodríguez Martínez Jeimy Cecilia	Profesional Especializado Dirección de Gestión Ambiental	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
Toro Murillo Juan Lázaro	Profesional Especializado Subdirección de Gestión Ambiental	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
Vélez Montoya Ana Lucía	Profesional Especializado Subdirección de Gestión y Administración Ambiental	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá

NOMBRE	CARGO	ENTIDAD
Guerrero Useda Rubén Darío	Profesional Especializado Dirección Ecosistemas	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

NOMBRE	CARGO	ENTIDAD
Abadía Pérez David Fernando	Contratista Codechoco - Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó
Cadena Bastidas Diana	Contratista CRC - Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia	Corporación Autónoma Regional del Cauca
Dussan Rodríguez Franklin Leonel	Contratista Corpocaldas - Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia	Corporación Autónoma Regional de Caldas
Gómez Aguilar Francy Andrés	Contratista CVC - Administración de los Recursos Naturales y Uso del Territorio	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
Marín Montoya Juan Diego	Contratista CARDER - Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
Mondragón Lilian Rocío	Contratista Cortolima - Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia	Corporación Autónoma Regional del Tolima
Murillo Nieves Óscar Humberto	Contratista CARDER - Subdirección de Gestión Ambiental Sectorial	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
Rivera Zuleta Claudia	Contratista Subdirección de Ecosistemas	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
Ruiz Diana	Contratista CVC - Aumento de la Cobertura Boscosa	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

NOMBRE	CARGO	UNIVERSIDAD
Cartagena Valenzuela José Régulo	Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias	Universidad Nacional de Medellín
Leal Pulido Robert Orlando	Docente Área Mediciones Forestales	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Lozano Botache Luis Alfredo	Decano Facultad de Ingeniería Forestal	Universidad del Tolima
Rojas Gutiérrez Ángel María	Docente Área Dasometría, Inventario Forestal y Ordenación de Bosques	Universidad del Tolima
Villarraga Flórez Liz Farleidy	Decana Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales	Universidad Distrital Francisco José de Caldas

INTRODUCCIÓN

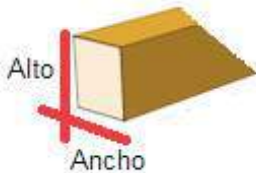
El proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia PGFC, con el propósito de fortalecer las actividades de Prevención, Control y Vigilancia Forestal que adelantan las autoridades ambientales, presenta el procedimiento técnico para determinar volúmenes en los diferentes procesos como el aprovechamiento, transformación, movilización y acopio de productos forestales maderables, a partir de la verificación del volumen otorgado en el permiso o autorización y el volumen registrado en el Salvoconducto Único Nacional para

la Movilización de Especímenes de la Diversidad Biológica.

Por tanto, se pretende que la presente guía, permita la estandarización de las unidades y métodos empleados para la cubicación de productos forestales y sirva como un instrumento de consulta práctica para realizar la medición y cuantificación de la madera en sus diversas formas y etapas a lo largo de la cadena forestal.

2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

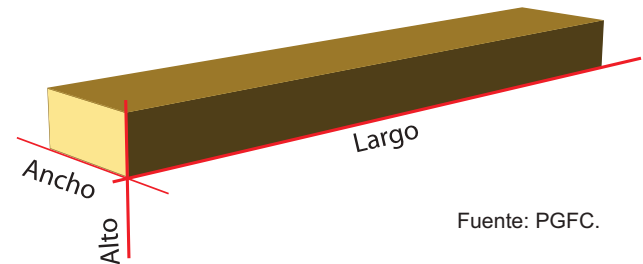
MEDIDAS LINEALES: Es cuando se referencia una sola dimensión, distancia o longitud. Existen dos sistemas de medición con patrones diferentes como son el sistema métrico y el sistema inglés.



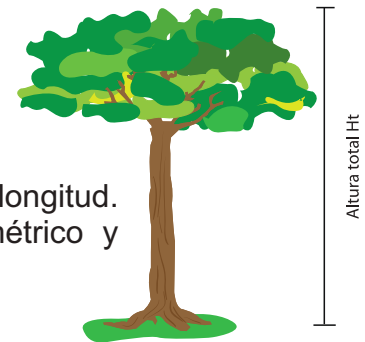
Fuente: PGFC.

MEDIDAS DE ÁREA: Cuando se referencian dos dimensiones para medir el área de un objeto, y esta se determina mediante el uso de fórmulas matemáticas.

MEDIDAS DE VOLUMEN: Es la combinación de las tres dimensiones largo, ancho y alto de un objeto.



Fuente: PGFC.



Fuente: PGFC.

3. MEDICIÓN DE VARIABLES DE ÁRBOLES EN PIE

Es necesario tener claro el tipo de volumen a cuantificar, su necesidad y requerimientos técnicos de aplicación. Se debe de realizar las siguientes medidas para poder determinar el volumen del individuo forestal:

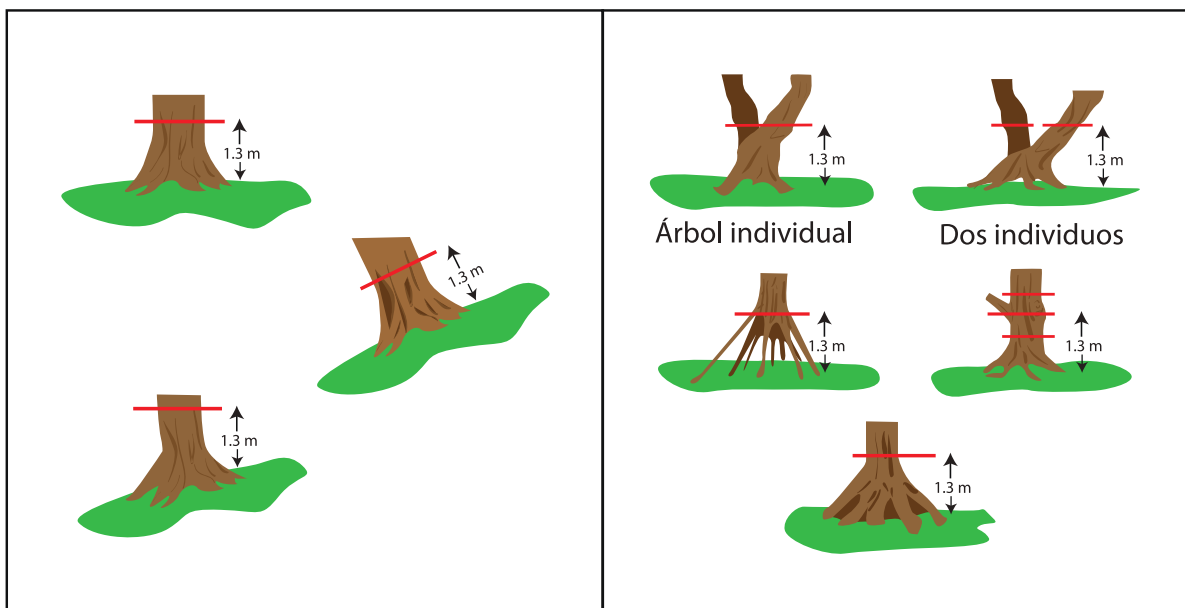
3.1. DIÁMETRO

El Diámetro Normal (d) o Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del árbol se mide a 1,30 metros sobre el nivel del suelo y su medición depende del tipo de terreno y la forma del fuste. Como instrumentos de medida se utiliza la forcípula, la cinta diamétrica o la cinta métrica. A continuación se presenta cómo medir el DAP en diferentes tipos de terrenos y según las características propias del árbol.

MEDICIÓN DEL DAP EN ÁRBOLES EN PIE

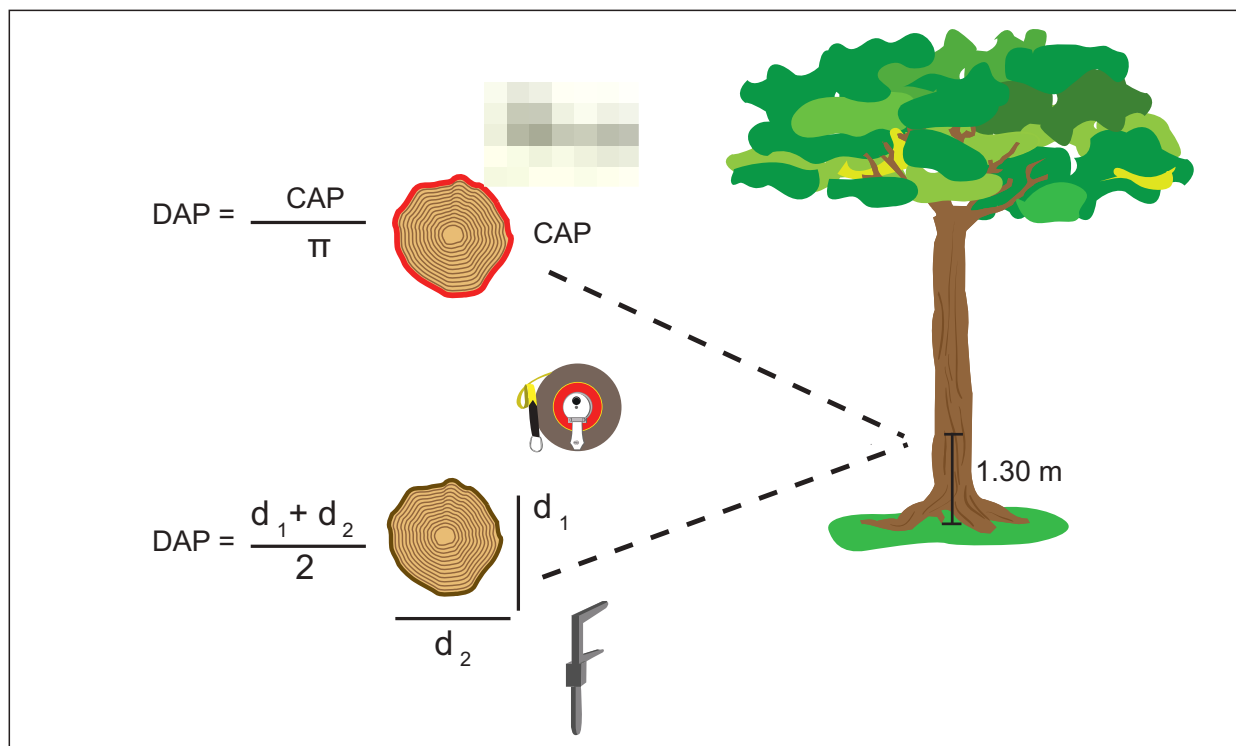
TIPO DE TERRENO

CARACTERÍSTICA DEL ÁRBOL



Fuente: Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.

La medición del diámetro puede realizarse en varias formas:



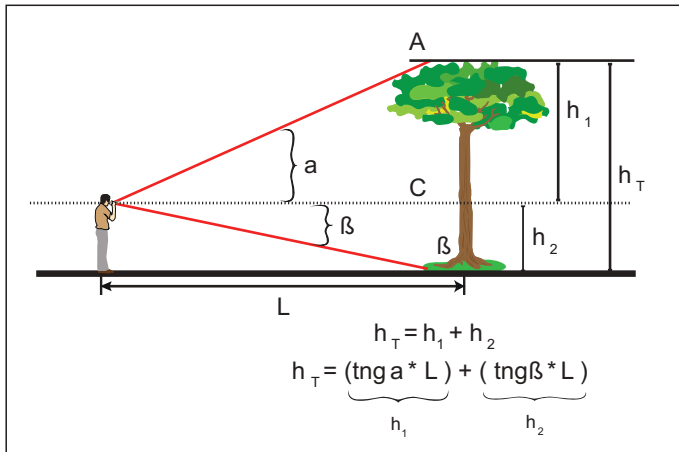
Fuente: PGFC.

3.2. ALTURA

Debido al fototropismo positivo de los árboles, estos, indiferente de la pendiente y tipo de terreno dónde se encuentren, crecen en forma erguida hacia el sol. La altura total de un árbol se define como la diferencia de nivel entre la base del árbol y el ápice. La altura comercial se define como la longitud del fuste que puede ser aprovechado comercialmente. La longitud del fuste para árboles derechos en pie

coincide con su altura, pero para árboles inclinados se debe calcular.

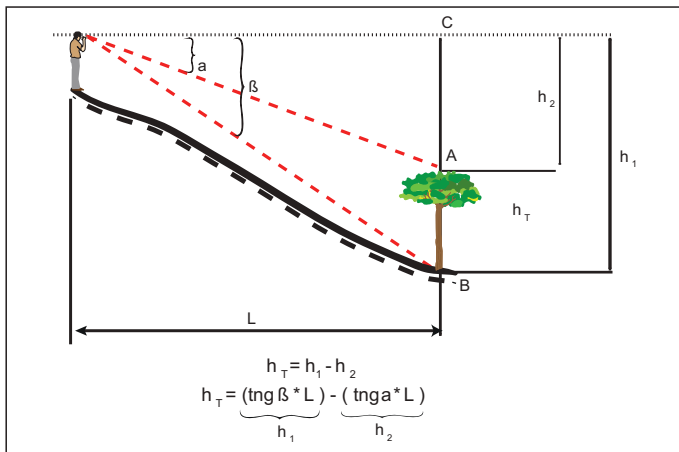
Existen diferentes métodos e instrumentos para la medición de la altura, dentro de los cuales se destacan los Hipsómetros Sunnto, Blume-leiss, Haga, etc. La medición de altura de árboles con estos instrumentos comúnmente se realiza a partir de la medida de un ángulo desde la visual horizontal a la base y otra medida al ápice del árbol. De acuerdo con la posición del operador existen tres formas de medir:



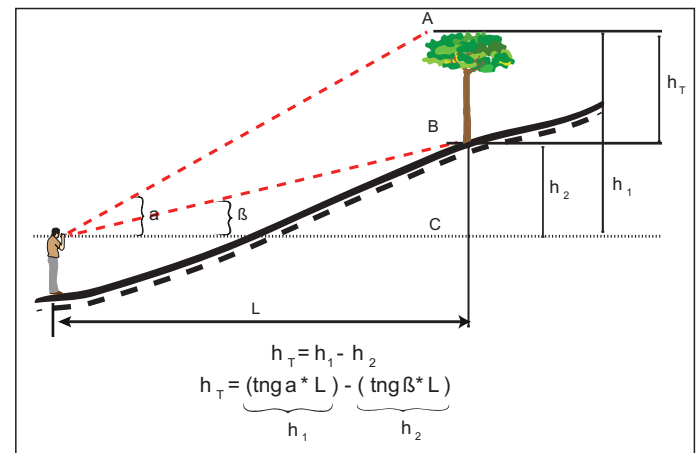
Fuente: Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.

1. Visual del operador entre la cima y la base del árbol.

2. Visual del operador por debajo de la base del árbol.

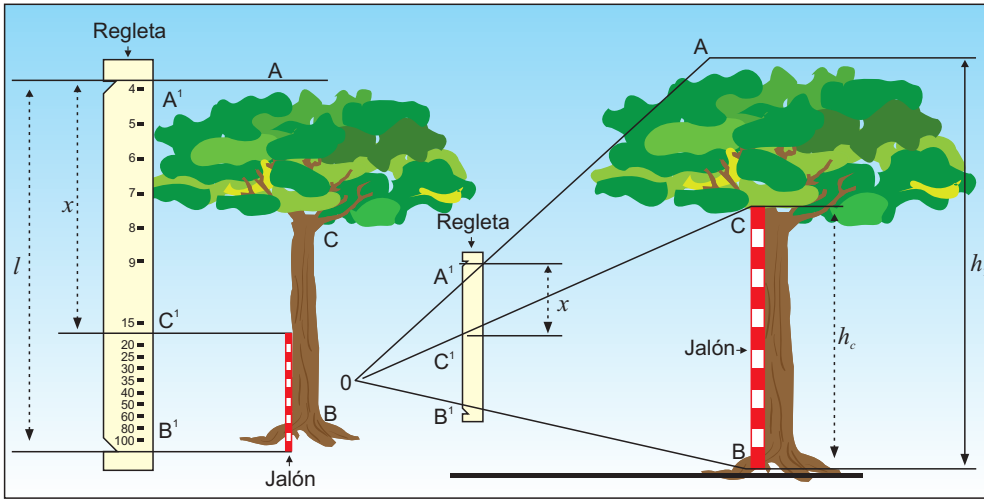


Fuente: Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.



Fuente: Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.

3. Visual del operador por encima del ápice del árbol.



Fuente: PGFC.

Otra forma de medir la altura es mediante la Regla de Christen, la cual tiene dos referencias: La altura de una medida estándar (Jalón, vara, marca en el individuo, persona u objeto con altura referente) y la longitud de la regla de medida.

Para referenciar la altura, se ubica la unidad de medida estándar (jalón o vara) en el árbol a medir, y se ubica la visual de la regla hasta que el individuo arbóreo quede cubierto completamente por

la regla. El punto en el cual la línea de visión a la cima de la medida estándar intercepta la regla de Christen indica la altura del árbol referenciado.

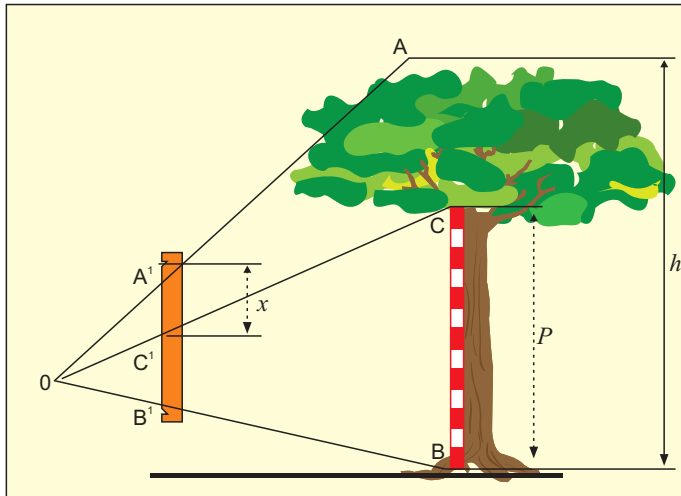
Para graduar la regla se puede utilizar como modelo el gráfico y la fórmula que se presenta a continuación:

Jalón de 2 m				Jalón de 3 m			
Regleta de 30 cm		Regleta de 40 cm		Regleta de 30 cm		Regleta de 40 cm	
Altura del Árbol (m)	Long. Regleta (cm)	Altura del Árbol (m)	Long. Regleta (cm)	Altura del Árbol (m)	Long. Regleta (cm)	Altura del Árbol (m)	Long. Regleta (cm)
2	30,00	2	40,00	3	30,00	3	40,00
3	20,00	3	26,67	4	22,50	4	30,00
4	15,00	4	20,00	5	18,00	5	24,00
5	12,00	5	16,00	6	15,00	6	20,00
6	10,00	6	13,33	7	12,86	7	17,14
7	8,57	7	11,43	8	11,25	8	15,00
8	7,50	8	10,00	9	10,00	9	13,33
9	6,67	9	8,89	10	9,00	10	12,00
10	6,00	10	8,00	11	8,18	11	10,91
11	5,45	11	7,27	12	7,50	12	10,00
12	5,00	12	6,67	13	6,92	13	9,23
13	4,62	13	6,15	14	6,43	14	8,57
14	4,29	14	5,71	15	6,00	15	8,00
15	4,00	15	5,33	16	5,63	16	7,50
18	3,33	18	4,44	19	4,74	19	6,32
20	3,00	20	4,00	21	4,29	21	5,71
25	2,40	25	3,20	26	3,46	26	4,62
30	2,00	30	2,67	40	2,25	40	3,00

$$\text{Centímetros Regla} = \text{Long Regla (cm)} - \text{Long Regla (m)} * 1 - \frac{\text{Long Jalón (m)}}{\text{Altura Árbol (m)}} * 100$$

Fuente: PGFC.

A continuación se presenta la metodología para graduar la regla de Christen.



Fuente: PGFC.

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{CA}{C'A'}$$

(por ley de las proporciones)

$$C'A' = \frac{CA * A'B'}{AB} * 100$$

Lectura en el hipsómetro en centímetros (cm)

4. CUBICACIÓN FORESTAL

4.1 VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE

Es el espacio ocupado por la madera de un individuo arbóreo dentro de un ambiente o ecosistema. El volumen total se define como la cantidad de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen comercial no incluye las ramas, partes afectadas del individuo y segmentos delgados del fuste.

La fórmula propuesta para determinar el volumen de los árboles en pie es:

$$\text{Vol. árbol en pie} = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * (h_T \text{ ó } h_C) * f$$

Donde:

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho.
 h_T o h_C : Altura Total o Altura Comercial.
f: Factor de Forma.

Factor de Forma Según la Forma del Fuste.

TIPO DENDROMÉTRICO DEL FUSTE	FACTOR DE FORMA
Cilíndrico 	$f \geq 0,75$
Paraboloide 	$0,74 \geq f \geq 0,4$
Cono 	$0,39 \geq f \geq 0,27$
Neiloide 	$f < 0,38$

Fuente: Tomado y ajustado Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.

Forma del fuste para las especies más movilizadas y decomisadas por las CAR socias del proyecto:

Nombre	Nombre Científico	Forma
Cativo	<i>Prioria copaifera</i> Griseb.	Cilíndrico
Sande	<i>Brosimum utile</i> (H.B.K.) Pittier	Cilíndrico
Abarco	<i>Cariniana pyriformis</i> Miers	Paraboloide
Roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.	Cónico
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) Skeels	Cónico
Chanul	<i>Humiriastrum procerum</i> (Little) Cuatrec.	Cilíndrico
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Paraboloide
Guamo	<i>Hymenaea palustris</i> Ducke	Neiloide
Palo Sangre	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	Neiloide
Algarrobo	<i>Protium neglectum</i> Swart	Paraboloide
Sajo	<i>Camposperma panamense</i> Standl.	Paraboloide
Caoba	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Paraboloide

Nombre	Nombre Científico	Forma
Nogal	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Neiloide
Chingale	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Paraboloide
Carrá	<i>Huberodendron patinoi</i> Cuatrec.	Cilíndrico
Cedro Guino	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Neiloide
Cedro macho	<i>Guarea trichilioides</i> L.	Paraboloide
Caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Cónico
Machare	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Cónico
Sapán	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Neiloide
Lirio	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Paraboloide
Cuángare	<i>Dialyanthera acuminata</i> Standl.	Cónico
Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Neiloide
Otobo	<i>Otoba</i> sp.	Cónico

Fuente: Tomada y ajustada Estadísticas Forestales MADS - 2012

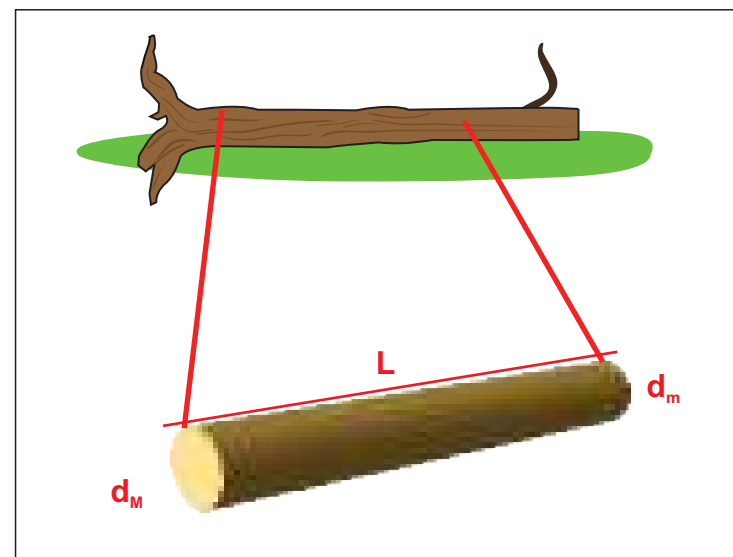
4.2 CUBICACIÓN DE MADERA EN ROLLO, TROZAS O BOLILLO.

Convencionalmente, por razones prácticas y facilidad en la toma de registros, la fórmula que se presenta es la de cubicación para madera en trozas de Smalian, la cual toma dentro de sus variables el diámetro inferior, el diámetro superior y la longitud de la troza para determinar el volumen.

$$Vol = \frac{\pi}{4} * \frac{(d_M^2 + d_m^2)}{2} * L$$

Dónde:

- d_M : Diámetro en el extremo superior de la troza en metros (m).
- d_m : Diámetro en el extremo inferior de la troza en metros (m).
- L : Longitud de la troza en metros (m).



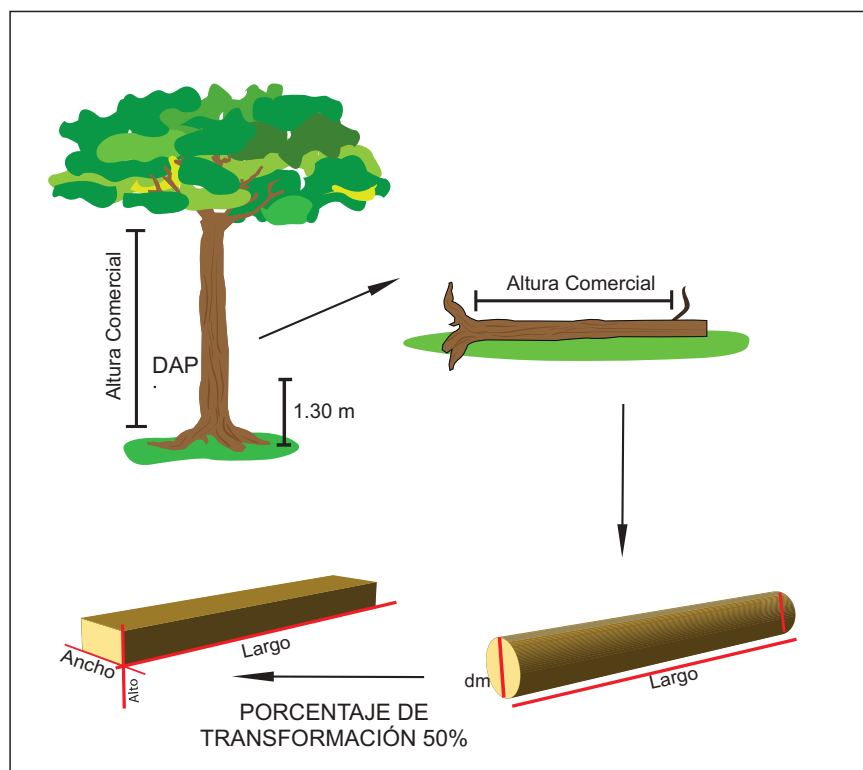
Fuente: PGFC.

4.3 CUBICACIÓN DE MADERA PROCESADA.

Madera procesada es aquel trozo del árbol que ha sufrido un proceso de transformación primaria o secundaria y puede catalogarse según el grado de procesamiento: bloque, tabla, viga, cuartón, listón, madera en tablón o tabla, según su transformación.

Tradicionalmente se utilizan diferentes medidas para la cubicación de madera procesada con un alto grado de aceptación y de exactitud, como lo son el pie tablar, la pulgada comercial y la pulgada vara, sin embargo, con el fin de unificar criterios se utilizará como unidad básica para expresar el volumen el metro cúbico (m^3), que es una medida de uso internacional.

Se debe calcular el volumen de madera cuando está en troza y cuando estas se transforme en un primer grado de la siguiente manera:

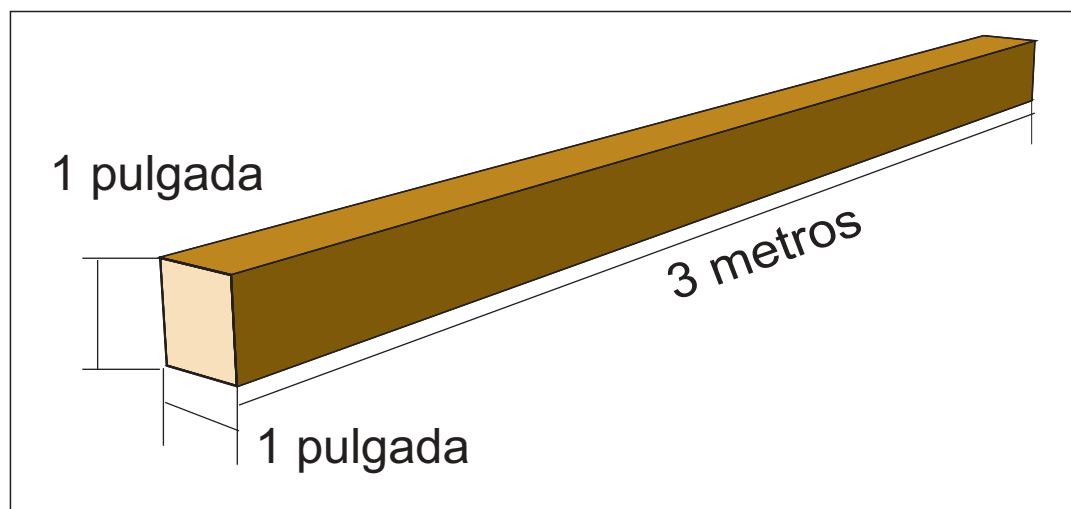


$0,50 m^3$ de madera aserrada equivale a $1 m^3$ de madera rolliza

Fuente: PGFC.

A continuación se presentan algunos de los valores más utilizados en las CAR para cuantificar el volumen de las maderas:

4.3.1 Pulgada Comercial (PC). Comercialmente es la forma más común de cubicar madera en bloque. Una pieza de una “Pulgada Comercial” equivaldría a una pieza con dimensiones de una pulgada de ancho, por una pulgada de espesor, por tres metros de largo, equivalente a $0,001935 \text{ m}^3$, o 1 m^3 equivaldría a 516,67 “pulgadas”. Los bloques aserrados cuentan con dimensiones desde las 4 pulgadas de ancho, y un espesor referido al diámetro del árbol, y generalmente trozas entre 3 y 4 metros de longitud.



Fuente: PGFC.

Fórmula:

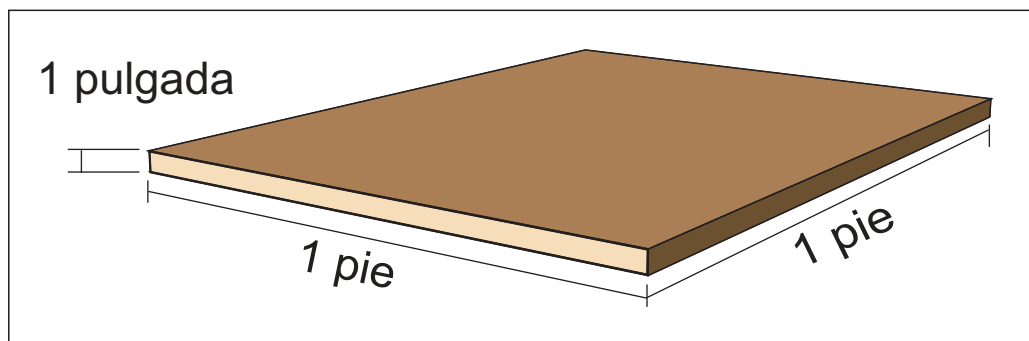
$$\text{Vol "PC"} = \text{Ancho en Pulgadas} * \text{Alto en Pulgadas} * \frac{\text{Largo en metros}}{3 \text{ metros}}$$

Para pasar este volumen de “Pulgadas Comerciales” a metros cúbicos, se multiplicaría por $0,001935 \text{ m}^3$.

4.3.2. Pie Tablar (PT). Es una medida inglesa, y su uso es para madera aserrada. Esta unidad representa una tabla con dimensiones de 1 pulgada de alto, por un pie de ancho, por un pie de largo, que equivaldría a $0,002359 \text{ m}^3$, o 1 m^3 equivaldría a 427,77 PT.

Fórmula:

$$\text{Volumen "PT"} = \frac{\text{Alto en Pulgadas} \times \text{Ancho en Pies} \times \text{Longitud en Pies}}{144}$$



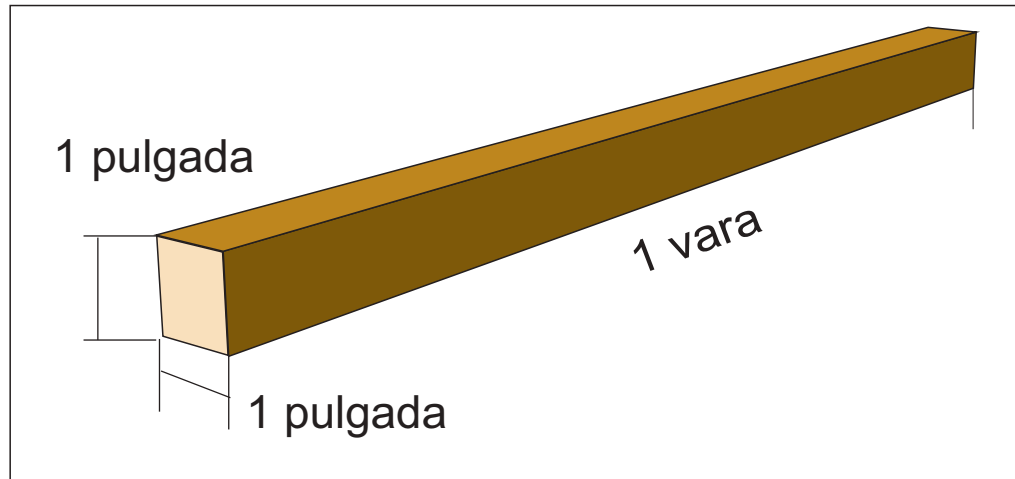
Fuente: PGFC.

4.3.3 Pulgada Vara (PV). Esta medida es generalmente utilizada en Europa, y es una relación de volumen para madera aserrada.

Fórmula:

$$\text{Volumen "PV"} = \text{Ancho en Pulgadas} \times \text{Alto en Pulgadas} \times \text{Longitud en Varas}$$

Una pulgada vara equivaldría a $0,0005387 \text{ m}^3$. Para pasar este volumen de Pulgadas Vara a metros cúbicos, se multiplicaría por $1856,32 \text{ m}^3$.



Fuente: PGFC.

4.4 MEDICIONES Y CUBICACIÓN DE MADERA TRANSPORTADA.

4.4.1 Transporte Fluvial. El transporte de madera por río y mar es sin duda la operación más compleja de todo el proceso forestal y la que mayor grado de organización exige. Es necesario considerar que las maderas en el Pacífico biogeográfico se transportan por río y mar cuando hay marea alta o puja mayor, y la época de bajas mareas es para realizar los aprovechamientos y el transporte menor.

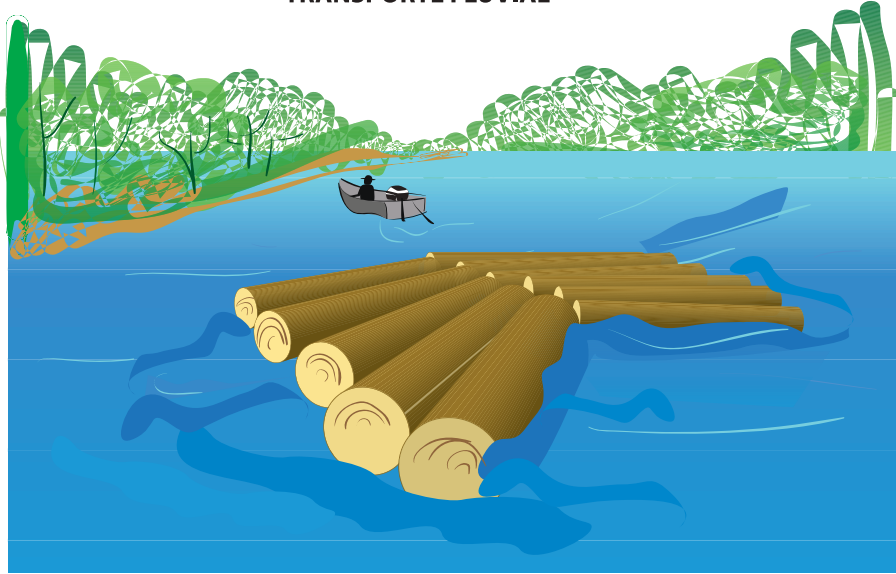
Transporte por trozas.

En la mayoría de los ríos, El transporte se hace por el método de balsas llamadas navata en forma de espina de pescado grapada a un cable central, o por un sistema de piezas sueltas que son dirigidas hacia la orilla del río con la ayuda de ganchos o grilletes.

En este caso, se debe referenciar cada una de las trozas que se transportan en las balsas, midiendo el diámetro mayor y diámetro menor.

Se presenta la siguiente metodología de cubicación de trozas sumergidas:

TRANSPORTE FLUVIAL



Fuente: PGFC.

Fórmula:

$$Vol = \frac{\pi}{4} * \frac{(d_M^2 + d_m^2)}{2} * L$$

Donde:

- V:** Volumen, m³.
- d_M:** Diámetro al extremo mayor de la troza en metros (m).
- d_m:** Diámetro al extremo menor de la troza en metros (m).
- L:** Longitud de la troza en metros (m).

El volumen total de la balsa de madera sería la sumatoria del volumen de cada troza. Es un método muy aproximado, por cuanto se tiene el volumen real de cada pieza, sin embargo es difícil de aplicar por la cantidad de trozas que usualmente son movilizadas y lo difícil de sostenerse sobre la punta de las balsas, lo que hace generalmente necesario el apoyo de una balsa o bote auxiliar para su registro.

Transporte Madera Procesada.

Es la forma convencional de transportar la madera por río, ya que la troza se puede ajustar a la medida estándar de 3 a 4 metros, sin tener el espacio de grapado (generalmente de 20 a 30 centímetros) que es pérdida de longitud en la troza y un trabajo adicional en el momento de su procesamiento.

Para su cálculo, se utiliza la fórmula del bloque en metros cúbicos (m³), y en el caso que se transporte madera procesada formando pilas de desiguales dimensiones, el cálculo de volumen se realizará de la siguiente manera:

Fórmula:

$$V = A * Lp * h * fe * n$$

Donde:

- V:** Volumen transportado en metros cúbicos
- A:** Ancho promedio de la carga en metros (m).
- Lp:** Largo promedio de la carga en metros (m).
- h:** Altura promedio de la carga en metros (m).
- fe:** Factor de espaciamiento.
- n:** Número de pilas totales.

Si las pilas transportadas son de iguales dimensiones, sencillamente en la fórmula anterior sería el largo de cualquiera de las cargas en metros.

4.4.2. Transporte Terrestre. El transporte terrestre de la madera es el eslabón que articula el aprovechamiento forestal con la fábrica. Es una operación de gran importancia económica, y representa entre el 50 al 70 % del incremento del valor total de la madera en la fábrica.

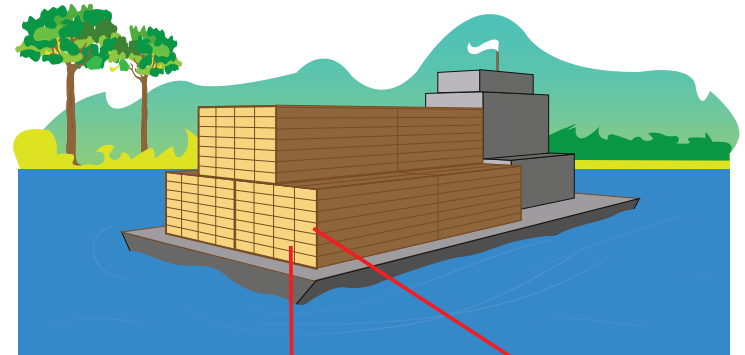
Transporte por Trozas.

En este caso, se debe referenciar cada una de las trozas que se transportan en el vehículo, midiendo el diámetro mayor y diámetro menor de cada troza. Se presenta la siguiente metodología de cubicación de trozas por la siguiente fórmula:

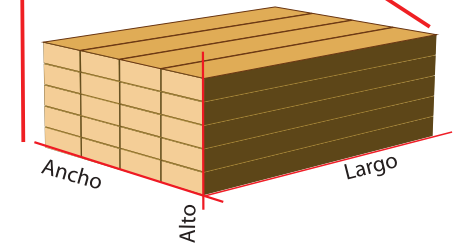
Fórmula:

$$Vol = \frac{\pi}{4} * \frac{(d_M^2 + d_m^2)}{2} * L$$

TRANSPORTE FLUVIAL



Fuente: PGFC.



Fuente: PGFC.

Donde:

- V:** Volumen en metros cúbicos sólidos con corteza.
- d_m :** Diámetro al extremo mayor de la troza, en metros.
- d_m :** Diámetro al extremo menor de la troza, en metros.
- L:** Longitud de la troza, en metros.

El volumen total de madera transportado en el vehículo sería la sumatoria del total de volúmenes de cada troza.

Cuando la cantidad de trozas son demasiadas y presentan longitudes heterogéneas, pero recubren uniformemente la carrocería del vehículo, se utiliza la siguiente fórmula, cuyo resultado se expresa en metros cúbicos con corteza:

Fórmula

$$V = A * L * H * fe$$

Donde:

- V:** Volumen transportado en metros cúbicos.
- A:** Ancho de cubrimiento de las trozas en el camión en metros.
- L:** Largo promedio de las trozas en metros.
- H:** Altura promedio de la carga en metros.
- fe:** Factor de espaciamento.

Para un mejor cálculo del volumen de madera apilada en troza, el factor de espaciamento se puede determinar mediante el uso de los siguientes factores dependiendo del diámetro de las trozas:



Fuente: PGFC.

Diámetro Medio (cm)	Factor de Espaciamento
5	0,442
10	0,568
12	0,634
15	0,662
17	0,652
19	0,667
21	0,681

Fuente: Rojas Gutiérrez. Dasometría Práctica. Universidad del Tolima. 1977.

Transporte Madera Procesada.

El cálculo del volumen transportado en camiones, se puede realizar de la siguiente manera:

Producto por Producto.

Se deben referenciar cada una de las piezas del vehículo, midiendo el largo, ancho y alto en metros de cada producto. Al cubicar cada pieza se suman sus volúmenes, que determinaría el volumen total de la carga en metros cúbicos.

La fórmula general para el cálculo de este volumen es:

Fórmula

$$V = A * L * H$$

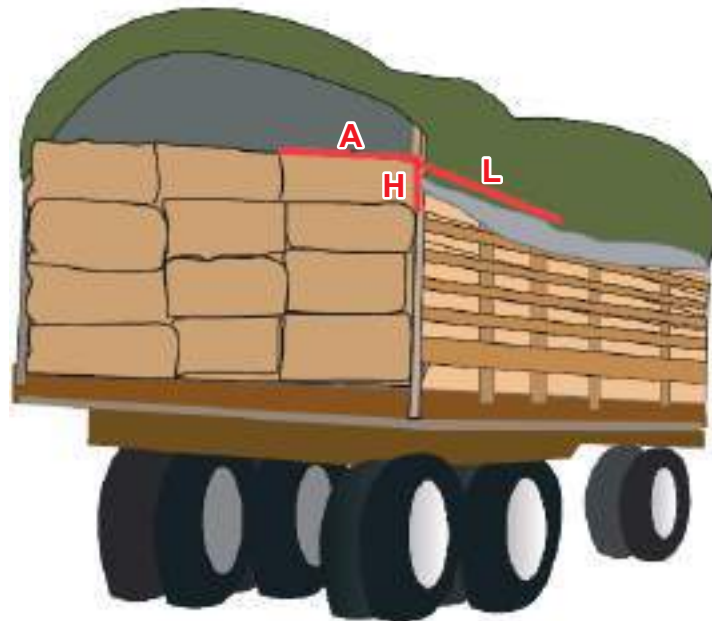
Donde:

- V:** Volumen en metros cúbicos
- A:** Ancho en metros de cada producto
- L:** Largo en metros de cada producto
- H:** Altura en metros de cada producto

El volumen total de madera transportado en el vehículo sería la sumatoria del total de volúmenes de cada producto.

Total de la Carga.

Es la forma más común de cubicación de madera, y se deben tener en cuenta las diferentes formas de apilado de la madera. Con el fin de determinar el volumen real transportado y corregir uno de los factores que influye en el estibado de la madera que son los espaciamientos entre las piezas, se puede calcular el volumen mediante la siguiente fórmula:



Fuente: PGFC.

Fórmula

$$V = A * L * H * fe$$

Donde:

- V:** Volumen transportado en metros cúbicos (m³).
- A:** Ancho promedio de la carga en metros (m).
- L:** Largo promedio de la carga en metros (m).
- H:** Altura promedio de la carga en metros (m).
- fe:** Factor de espaciamiento.