



INSTRUCTIVO DE CUBICACION DE MADERA PARA CONTROLES FORESTALES EN VIAS TERRESTRES

CAPITULO I

GENERALIDADES

El control de la movilización de madera proveniente de bosques nativos y/o de plantaciones forestales del Ecuador es un tema de mucha importancia para el Ministerio del Ambiente, por cuanto contribuye al manejo forestal sustentable y a la conservación de los recursos naturales del país. Sin embargo los métodos utilizados para la cubicación de madera transportada en diferentes tipos de vehículos no han estado claros tanto para madereros como para el personal de los diferentes Distritos Forestales y otros actores.

1.1 Objetivos

- Instruir a los interesados en el uso correcto de las técnicas de cubicación de madera transportada en vehículos.
- Reglamentar el procedimiento de medición que deben utilizar los controladores forestales en cualquier parte del país.
- Comunicar las principales políticas en lo relacionado a movilización de madera, adoptadas por el Ministerio del Ambiente como Autoridad Forestal en el país.

Para elaborar el presente instructivo que presenta factores de conversión para madera rolliza tropical, madera rolliza de plantaciones, madera aserrada, madera proveniente de frutales, madera ordinaria de baja densidad y balsa, se realizaron trabajos en los siguientes lugares:

Tipo de movilización	Lugar del ejercicio	Actores	Colaboración
Madera rolliza tropical	Pichincha, Esmeraldas, Lago Agrio	Vigilancia Verde Ministerio del Amb. Empresas Madereras	Endesa, Botrosa, Setrafor, Foresa, Plywood, Distrito Forestal Lago Agrio, Esmeraldas
Madera rolliza de plantaciones	Pichincha	Vigilancia Verde Ministerio del Amb. Empresas Madereras	Distrito Forestal de Pichincha
Madera aserrada	Cotopaxi	Vigilancia Verde Ministerio del Amb. Empresas Madereras	Acosa, Distrito Forestal de Cotopaxi
Balsa Madera proveniente de frutales, etc	Quevedo y Santo Domingo	Vigilancia Verde Ministerio del Amb. Emp. Balseras, Aso. Madereros Sto. Dgo.	Empresas balseras, Distrito Forestal de Los Ríos, Oficina Técnica de Sto. Domingo

1.2 Formas usuales de transportación de maderas

La madera se transporta en diferentes niveles de procesamiento. Por ahora nos vamos a referir a la madera que se transporta en troza o aserrada desde bosques nativos o de plantaciones hasta las ciudades.

1.2.1 Movilización de madera en rollo o en trozas de diferentes especies

La movilización de madera en rollo o troza es muy usual. Las trozas son utilizadas en industrias de fabricación de plywood, aglomerados, etc., principalmente en las ciudades de Quito y Guayaquil. Generalmente son utilizadas especies de mediana densidad como por ejemplo: sande (*Brosimum utile*), copal (*Trattinickia spp.*), sangre de gallina (*Otoba spp.*), etc.

1.2.2 Movilización de madera aserrada

De acuerdo a sus dimensiones pueden ser: tablas, tablonés, vigas, etc. Son utilizadas mayormente para construcción de parquet, muebles, etc. y se trata de especies de alta densidad, por lo tanto son maderas muy cotizadas como por ejemplo: chanul (*Humiriastrum procerum*), cedro (*Cedrela spp*), guayacan (*Minquartia guianensis*), moral bobo (*Clarisia racemosa*), Mascarey (*Hyeronima alchorneoides*), etc.

CAPITULO II

CUBICACIÓN DE MADERA ROLLIZA PROVENIENTE DEL BOSQUE HUMEDO TROPICAL

Existen varios métodos para realizar este tipo de cubicación, y varias fórmulas para establecer el volumen individual de trozas, como: Smalian, Hubber, Newton, etc.

Se puede medir el volumen sólido y el volumen estéreo de la carga.

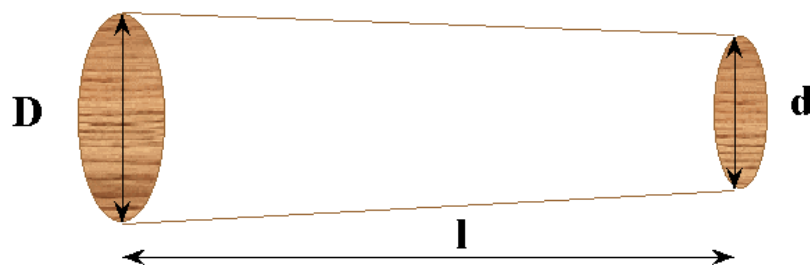
2.1 Cubicación de cada troza

Este tipo de cubicación es el más exacto por cuanto tenemos el volumen real de la carga, pero es muy difícil de realizarlo por la cantidad de trozas que usualmente son movilizadas y la cantidad de vehículos que normalmente cruzan los diferentes controles forestales del país.

Este tipo de cubicación únicamente se realizará en los casos en que los vehículos que transportan madera llevan hasta cinco (5) trozas.

Fórmula de Smalian:

Figura 1. Cálculo del volumen sólido de una troza



$$V = 0.3927 * (D^2 + d^2) * l$$

En donde:

D: diámetro mayor (metros)
d: diámetro menor. (metros)
l: largo de la troza (metros)

Para determinar el volumen de la carga del vehículo, se suman los volúmenes de cada troza.

2.2 Cubicación empleando el método del volumen estéreo de la carga.

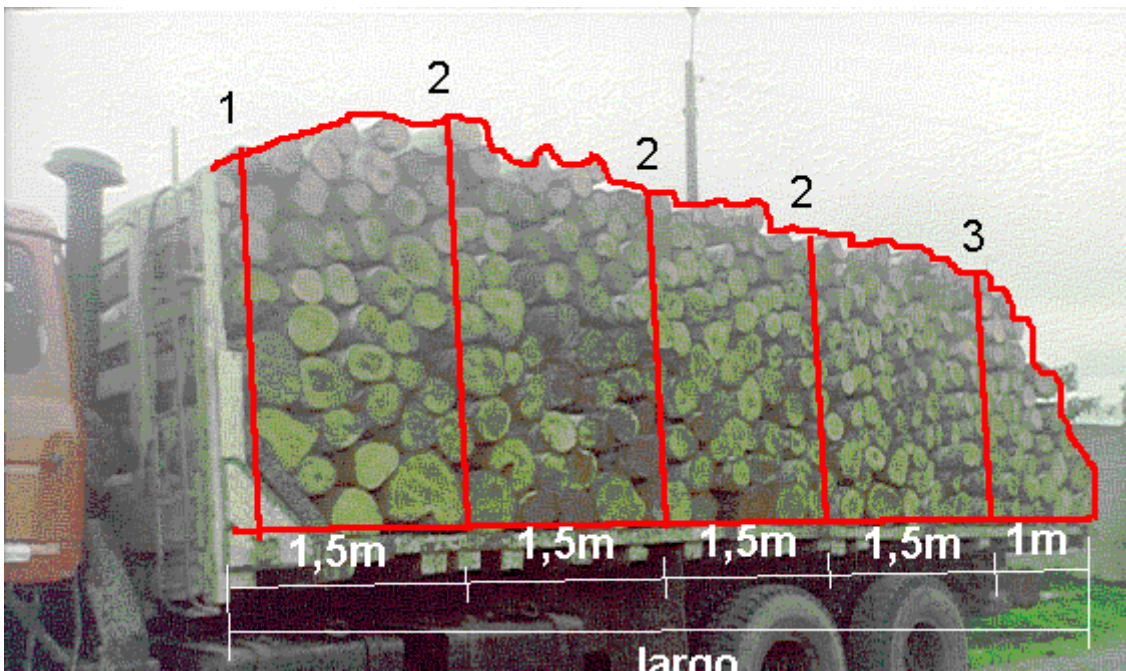
Este tipo de cubicación es el más usual. Es recomendable realizarla cuando el vehículo transporta más de cinco (5) trozas. *Fundamentado en un estudio técnico que la Dirección Nacional Forestal realizó de manera conjunta con las empresas madereras, se estableció como factor de conversión único para este tipo de movilización 0.74*

Para cubicar la carga mediante este método, debemos tomar en cuenta la forma de la carga:

- Transporte de madera cuya carga se encuentra atravesada a la plataforma del vehículo.
- Transporte de madera cuya carga se encuentra longitudinal a la plataforma del vehículo.

2.2.1 Transporte de madera cuya carga se encuentra atravesada la plataforma del vehículo

Figura 2. Forma de calcular la altura promedio de la carga



Se debe aplicar la fórmula: $V_{(atr)} = l \times h \times a \times f$, en la que:

$V_{(atr)}$ = Volumen sólido del segmento de madera rolliza, que se transporte atravesada a la plataforma del camión.

l = Largo del segmento, desde el borde externo de la primera troza del segmento (hacia el respaldo de la plataforma) hasta el borde externo de la última troza del segmento.

h = Promedio de las alturas, las alturas que se midan para establecer este promedio serán:

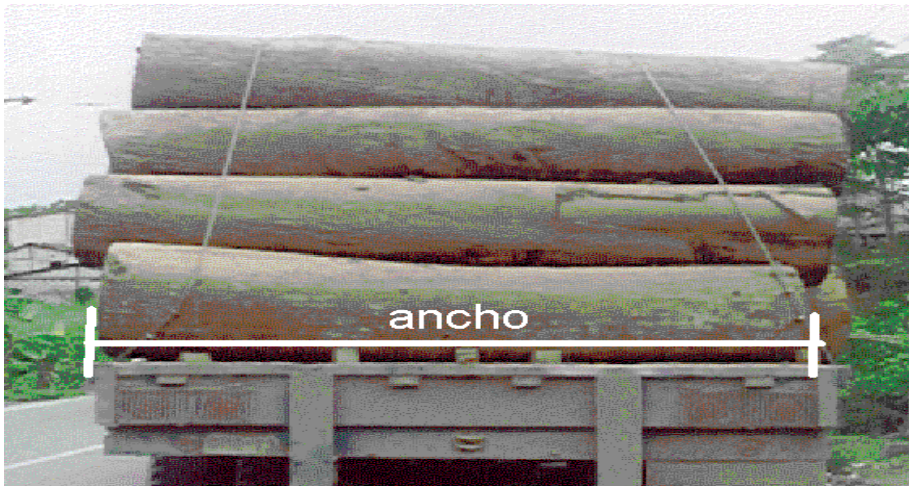
1. Altura medida a la primera troza (hacia el respaldo de la plataforma o del segmento)
2. Todas las alturas que resulten a distancias de 1,5m en trailers y 1m en plataformas (distancias que se inician a medir desde el respaldo de la plataforma)
3. Altura que se mida a la distancia de 1m desde el borde externo de la última troza del segmento, hacia el interior del mismo (en todos los casos de trailers o camiones).

a = Ancho del segmento. Medida del ancho de la última troza en el piso de la plataforma, cuando ésta sea representativa del ancho aproximado de todas las trozas en el segmento; caso contrario, medida de aquella troza subsiguiente, cuyo ancho represente el ancho del segmento.

f = Factor de conversión del volumen estéreo de la carga a volumen sólido, (**0.74**).

En la figura dos se ilustra la manera de calcular la altura promedio de un vehículo cuya carga se encuentra atravesada a la plataforma del camión, y en la figura tres observamos la medición del ancho de la carga de un vehículo cargado con las mismas características de la figura 2.

Figura 3. Forma de medir el ancho de la carga (vista posterior de la carga)



El factor de conversión (f) a usarse es de **0.74**

Ejemplo:

Un vehículo moviliza madera y las dimensiones de la carga son las siguientes:

$$l = 12.5\text{m}$$

$$h = 1.8\text{m (promedio)}$$

$$a = 2.6\text{m}$$

$$\text{Entonces el volumen sólido es: } 12.5 * 1.8 * 2.6 * 0.74 = 43.29 \text{ m}^3$$

2.2.2 Transporte de madera cuya carga se encuentra longitudinal a la plataforma del vehículo

Habitualmente la movilización de madera rolliza proveniente de los bosques húmedos tropicales del Ecuador, se realiza de diversas maneras en lo referente a la distribución de la carga, como podemos observar en las siguientes figuras 4, 5 y 6.

Para calcular el volumen de madera en vehículos cuya carga se encuentra ubicada longitudinalmente a la plataforma del camión, se debe usar la fórmula: $V_{(lon)} = (b \times h/2) \times l \times f$, cuando la carga se encuentra triangularmente estibada, como se observa en la figura 4, en la que debemos tomar en cuenta lo siguiente:

$V_{(lon)}$ = Volumen sólido del segmento de la madera rolliza, que se transporte longitudinalmente a la plataforma del camión.

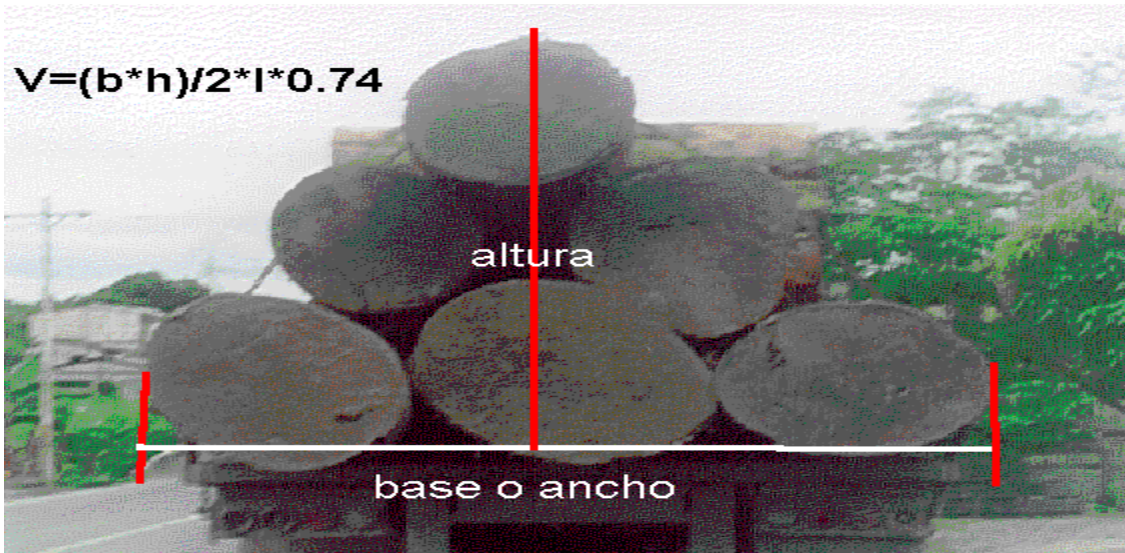
l= Largo del segmento, medido entre la cara externa de la primera troza y la cara externa de la última troza del segmento.

b= Base o ancho del segmento, medido entre los dos bordes externos de las trozas ubicadas en el piso de la plataforma (ver figura 4).

h= Altura del segmento, medido perpendicularmente desde la base de la plataforma hasta el borde externo de la troza mas alta.

f= Factor de conversión de volumen estéreo a volumen sólido **0.74**

Figura 4. Forma de calcular el volumen de un segmento cargado en forma triangular



Habitualmente se realizan movilizaciones de madera con vehículos cargados longitudinalmente y en forma atravesada a la plataforma del camión (figuras 5 y 6). Para estos casos se debe seguir los siguientes pasos:

- Realizar la cubicación estéreo por segmentos.
- Utilizar la fórmula $V_{(lon)} = (b \times h/2) \times l$ para los segmentos cargados en forma longitudinal a la plataforma del camión.
- Utilizar la fórmula $V_{(atr)} = l \times h \times a$ para los segmentos cargados de manera atravesada a la plataforma del camión.
- Realizar la sumatoria del volumen estéreo de los segmentos que hubieren y multiplicarla por el factor de conversión (0.74)

Figura 5. Forma de calcular el volumen de un vehículo cargado en tres segmentos

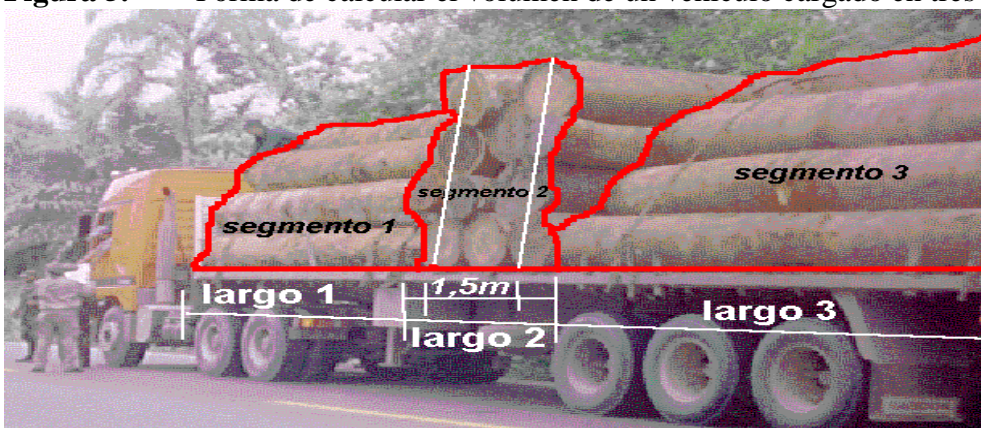
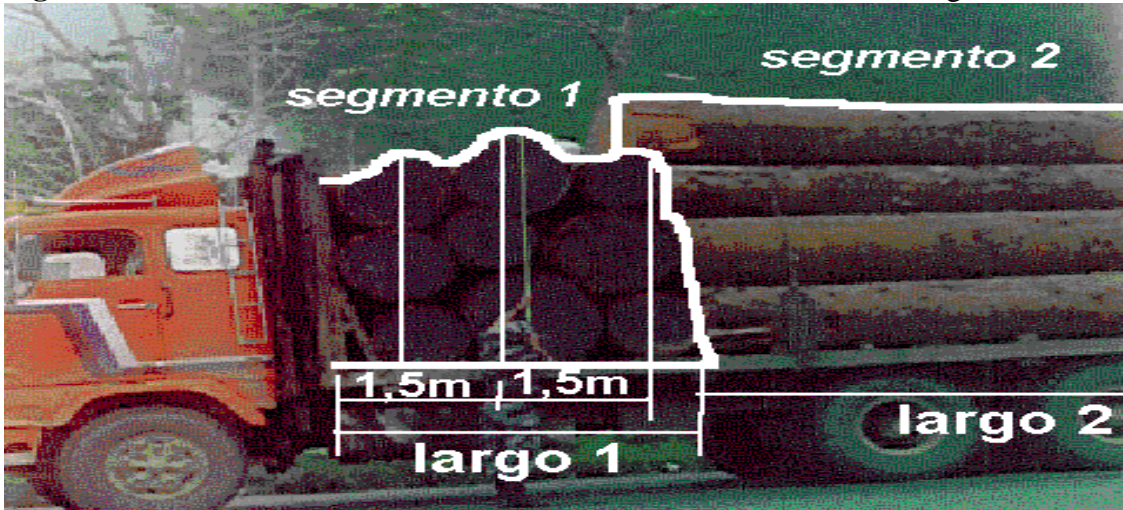


Figura 6. Forma de calcular el volumen de un vehículo cargado en dos segmentos



2.2.3 Consideraciones generales para movilización de madera rolliza tropical

- Las empresas deberán registrar en las guías de circulación de productos forestales, el volumen sólido total de la carga con corteza, calculado según los puntos 2.2.1 y 2.2.2 del presente documento.
- Deberá registrarse también en la guía el número total de las trozas.
- En la guía se registrará también el número de trozas de las siguientes cuatro especies forestales principales:

Sande

Anime o copal

Coco

Ceibo

- Al resto de las especies se las denominará como “**otras**” y deberá ser registrado también en la guía el número de trozas catalogados como tales.
- Para establecer el volumen aproximado por especie, el que las empresas deberán registrar en la guía, se dividirá el volumen total de la carga para el número de trozas y ésto a su vez se multiplicará por el número respectivo de trozas por especie, ejemplo:

Un camión lleva 32 trozas que corresponde a 38m³ de madera de las siguientes especies: Coco 5 trozas, Sande 10 trozas, Copal 8 trozas, Ceibo 5 trozas, Otras 5 trozas.

El volumen promedio de cada troza es: $37,76m^3 / 32 \text{ trozas} = 1,18m^3$

De esta forma, el volumen por especie que deberá ser escrito en la guía se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Coco } 5 \times 1,18 = 5,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Sande } 10 \times 1,18 = 11,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Copal } 8 \times 1,18 = 9,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Ceibo } 5 \times 1,18 = 4,72 \text{ m}^3$$

$$\text{Otras } 5 \times 1,18 = 5,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Total } 32 = 37,76 \text{ m}^3$$

- De igual manera se procederá para definir el volumen de las trozas cuyas especies han sido catalogadas como otras.
- La información de volumen corresponderá en todos los casos de medición, a volumen con corteza.

- h) Tanto para el volumen total sólido de madera, como parcial por especie, se admitirá un margen de tolerancia del 10%. *Esto es, si la guía de circulación informa que el volumen es 30m^3 , podrá aceptarse hasta 33m^3 , considerando el margen de tolerancia de 10%.*
- i) El número total de trozas de la carga deberá ser exacto. No obstante, para el número de trozas por especie se admitirá un margen de tolerancia del 10% que será redondeado hacia el número entero inmediato superior. Esto es: $7 \text{ trozas} \times 10\% = 0.7$ (equivalente a 1). *Es decir que se admitirá que el número de trozas de la especie que realmente va en el vehículo sea de 8 trozas aunque la guía indique siete.*
- j) El exceso del número total de trozas declarado o el exceso del número parcial de trozas por especies por encima del margen de tolerancia indicado, será retenido.

CAPITULO III

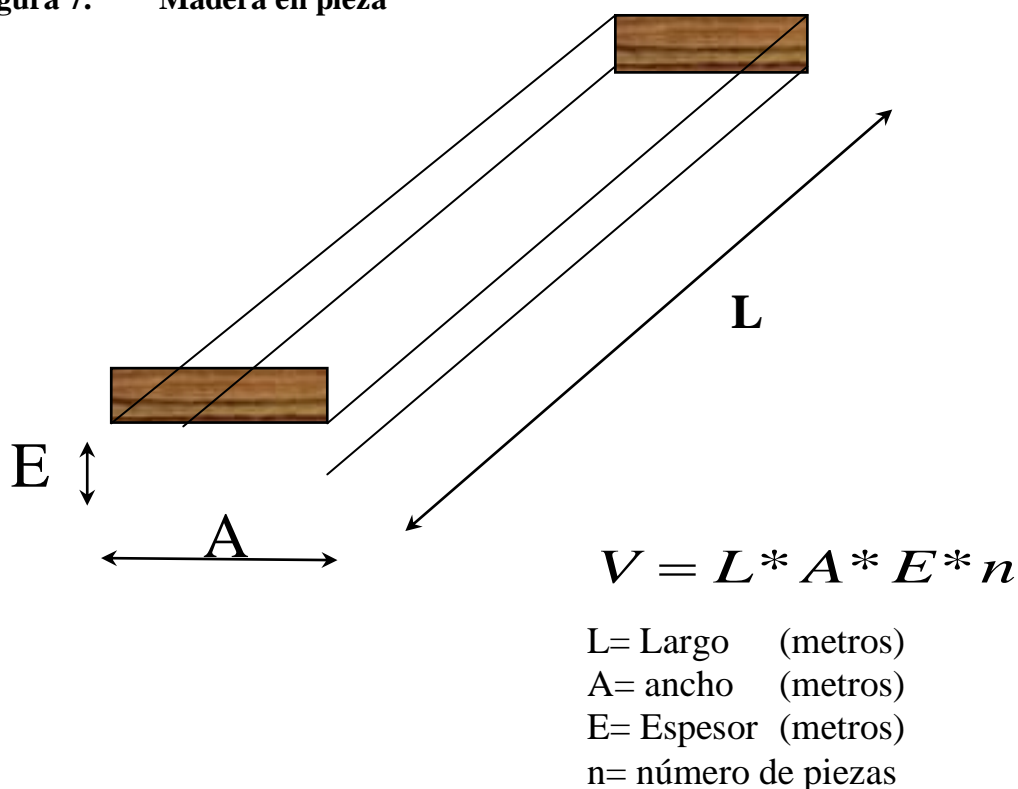
CUBICACIÓN DE MADERA ASERRADA

Es muy común la movilización de madera aserrada. Al igual que en el caso de movilización de madera rolliza, se puede cubicar pieza por pieza, o utilizar el método de medición del volumen estéreo, dependiendo de la cantidad de la carga.

Cubicación de cada pieza

Cuando el vehículo moviliza pocas piezas, y de diferentes tamaños, se debe cubicar individualmente las piezas de la siguiente manera:

Figura 7. Madera en pieza



Cuando las piezas tienen medidas uniformes, se cubica una pieza y ese volumen se multiplica por el número total de piezas. Por ejemplo si un vehículo está transportando 500 tablones de laurel, tendremos:

Dimensiones de un tablón: 2,40 m x 0,20 m x 0,05 m

No. tablones: 500

Volumen del tablón: 0,024m³

Volumen total que transporta: 500 x 0,024 m³ = 12 m³

3.2 Cubicación de madera aserrada empleando el método del volumen estéreo de la carga

Cuando se trata de varias piezas, la cubicación de madera aserrada se debe realizar utilizando el método del volumen estéreo. *Un estudio técnico que la Dirección Nacional Forestal realizó de*

manera conjunta con las empresas madereras, estableció que el factor de conversión único para este tipo de movilización es 0.90

Para cubicar la carga mediante este método, debemos tomar en cuenta la forma de la carga:

- Transporte de madera cuya carga se encuentra completa.
- Transporte de madera cuya carga es incompleta.

3.2.1 Cubicación del volumen estéreo de una carga completa

Se debe utilizar la siguiente fórmula: $V = l \times a \times h \times f$

En donde:

V = Volumen metros cúbicos

l = Largo de la carga en metros

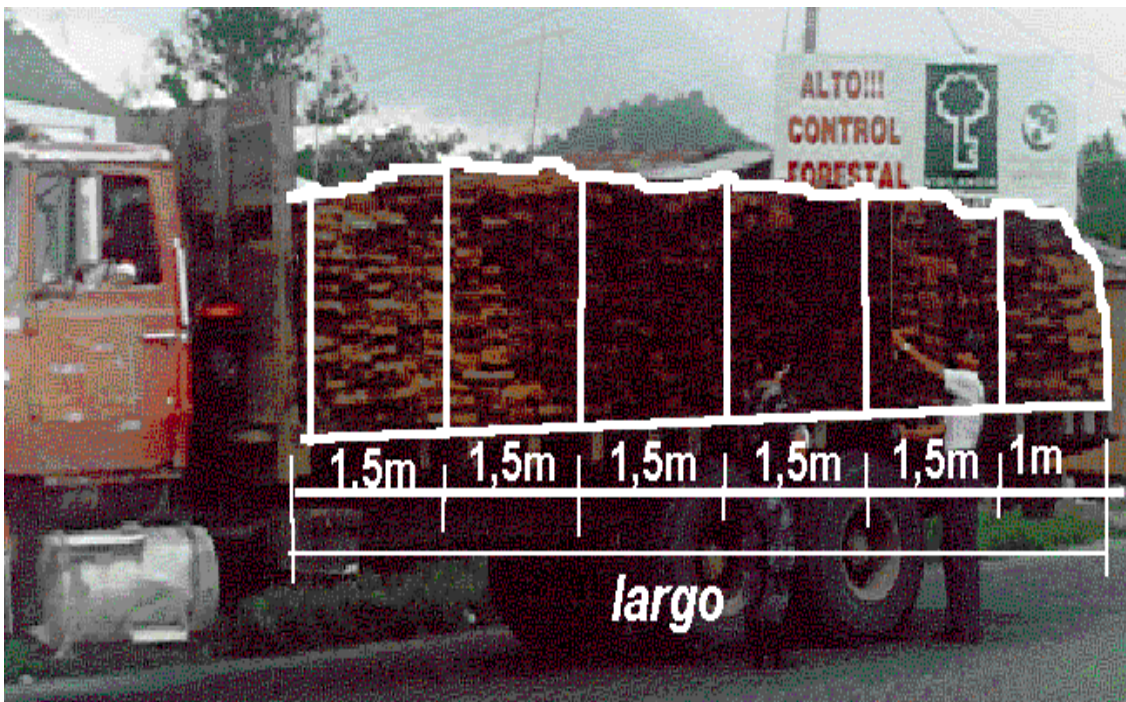
h = Alto de la carga promedio en metros. Las alturas que se midan para establecer este promedio serán:

1. Altura medida de la primera fila (hacia el respaldo de la plataforma)
2. Todas las alturas que resulten a distancias de 1,5m en trailers y 1m en plataformas (distancias que se inician a medir desde el respaldo de la plataforma)
3. Altura que se mida a la distancia de 1m desde el borde externo de la última fila del segmento, hacia el interior del mismo (en todos los casos).

a = Ancho de la carga

f = Factor de conversión de volumen estéreo de la carga a volumen sólido (**0.90**)

Figura 8. Forma de calcular el volumen de un vehículo cargado con madera aserrada



Por ejemplo:

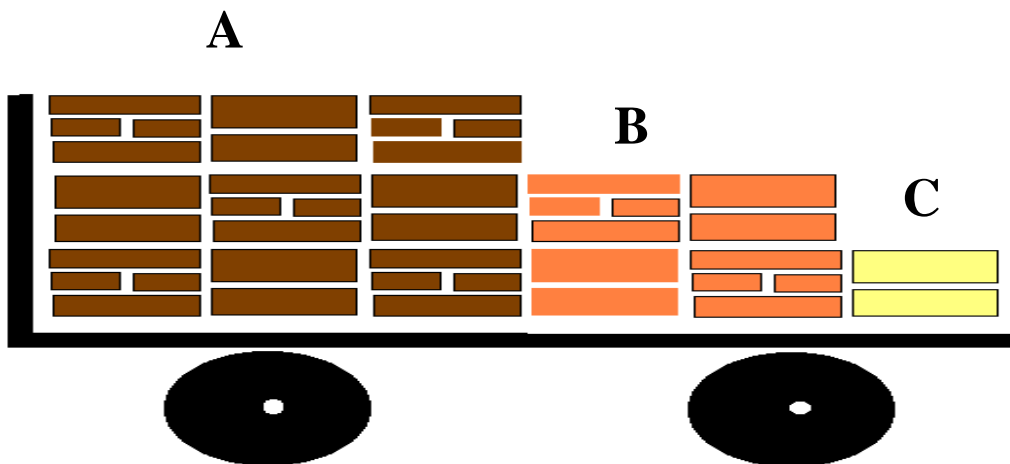
La carrocería de un camión tiene un largo de 10 m, una altura de 1,5 m y un espesor de 2,40 m y las dimensiones de la carga de madera aserrada son 8 m de largo x 1,20 m de alto y 2,20 m de ancho: entonces el cálculo matemático para determinar el volumen sólido que transporta ese vehículo es:

$$V = l \times a \times h \times f$$

$$8 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 2,20 \text{ m} \times 0,90 = 19,00 \text{ m}^3$$

3.2.2 Cubicación del volumen estéreo de una carga incompleta

Figura 9. Carga de madera aserrada incompleta



- En estos casos se debe realizar la cubicación seccionando la carga, como se ilustra en la figura 8.
- Luego se cubica sección por sección igual que en el caso anterior, y utilizando el mismo factor de conversión (**0.90**).
- Se suman los subtotaes **A, B, C**.

CAPITULO IV

CUBICACIÓN DE MADERA PROVENIENTE DE ARBOLES FRUTALES Y ORDINARIOS DE BAJA DENSIDAD

Existen especies forestales pioneras que forman manchas y especies de árboles frutales cuya madera también se transporta, principalmente en las zonas de Santo Domingo de los Colorados y en la Provincia de Los Ríos. Estas especies son de baja densidad, y se movilizan en forma de trozas y de productos como: palet, encofrado, cajonería y similares. Las especies más comunes son:

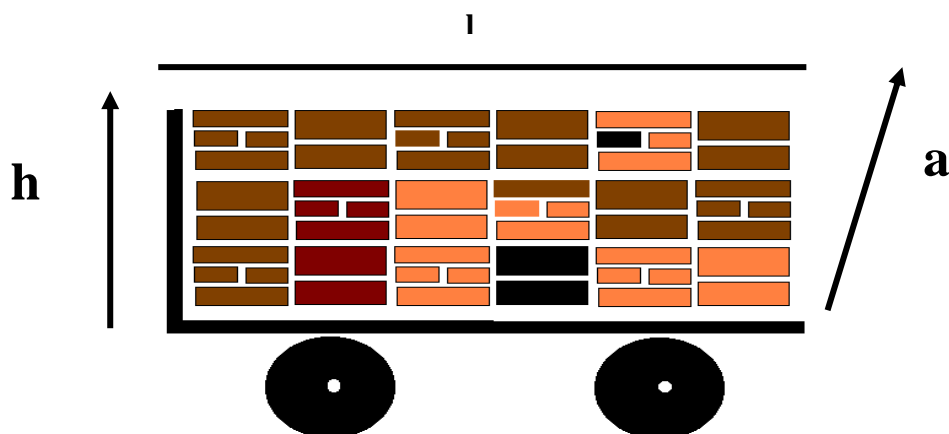
Especies frutales: Aguacate, chirimoya, zapote, guaba, guabillo, guabo, guanábana, uva, mango, cacao, obo, guayaba, naranja, árbol de pan, mamey, caimito, achotillo.

Especies maderables de baja densidad: Margarito, sapán de paloma, chillalde, caraca, bombón, guarumo, mambla, chilca, azafrán, pechuga de gallina, caucho, laurel de vega, samán, beldaco, mata pezcado, barbasco, gallinazo, guitarro, niguito, frutillo, pigue, baba, guarumo, pichango, chillalde, laurel.

4.1 Madera aserrada de frutales y árboles ordinarios de baja densidad

Para movilización de palets, madera de encofrado, madera para cajonería y similares de las especies mencionadas en este capítulo, *se deberá utilizar el factor de conversión de 0.68 basado en el estudio técnico que la Dirección Nacional Forestal realizó de manera conjunta con miembros de la Asociación de Madereros de Santo Domingo de los Colorados.*

Figura 10. Movilización de madera aserrada (frutales y ordinaria de baja densidad)



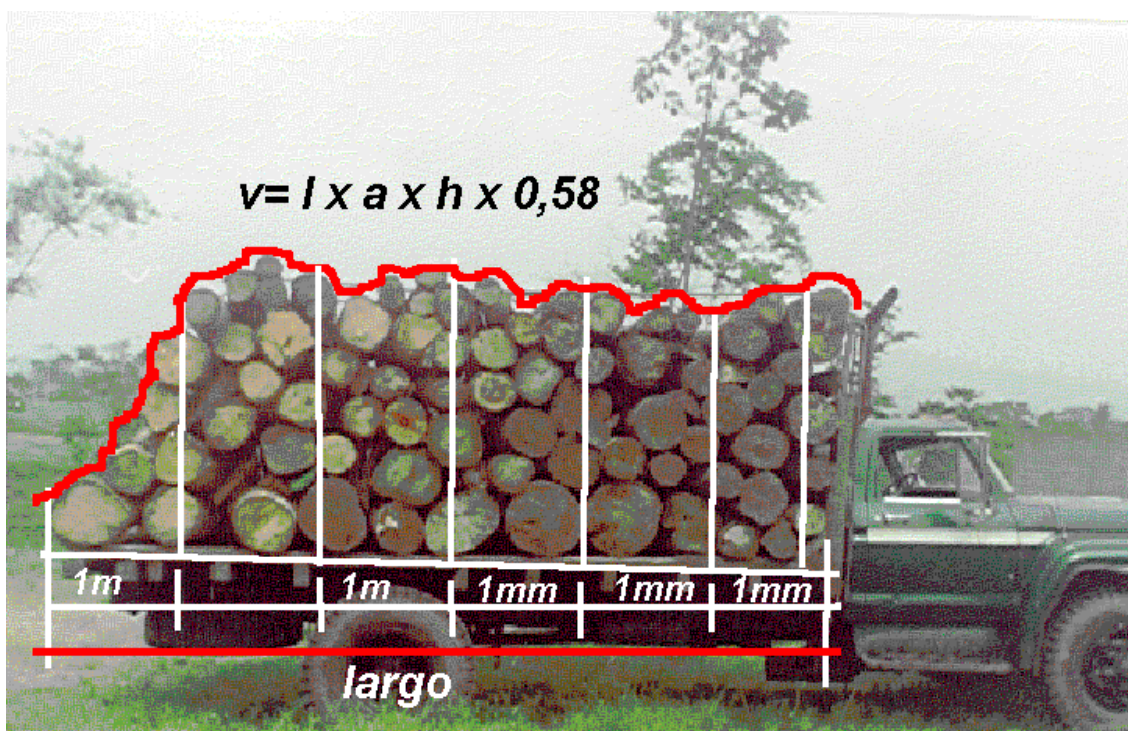
Se debe utilizar la siguiente fórmula: $V = l * a * h * f$ en donde:

$V =$ volumen (metros cúbicos)
 $l =$ largo de la carga (metros)
 $a =$ ancho de la carga (metros)
 $h =$ alto de la carga (promedio) (metros)
 $f =$ Factor de conversión (0,68)

4.2 Cubicación de residuos de madera que se transporta en forma de trozas de diámetros menores a 35 cm

Este tipo de carga corresponde a madera ordinaria de segunda clase, generalmente de árboles con malformaciones en su crecimiento. *Basado en un estudio técnico que la Dirección Nacional Forestal realizó de manera conjunta con miembros de la Asociación de Madereros de Santo Domingo de los Colorados, se determinó un factor de conversión de 0.58*

Figura 11. Movilización de residuos de madera en troza



Para el cálculo del volumen en estos casos, se utilizará la fórmula $V = l x a x h x f$
En donde:

$V =$ volumen (metros cúbicos)
 $l =$ Largo de la carga (metros)

a = Ancho de la carga (metros)
h = Promedio de todas las alturas parciales (metros)
f = Factor de conversión (0.58)

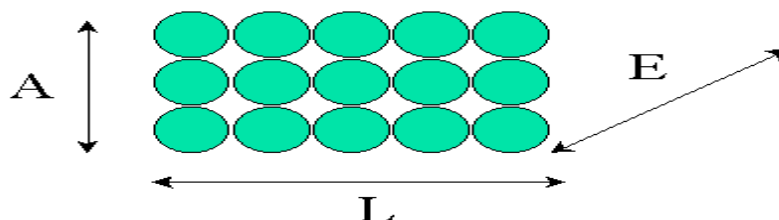
CAPITULO V

CUBICACIÓN DE MADERA ROLLIZA PROVENIENTE DE PLANTACIONES

En este tipo de movilización es muy difícil realizar la medición del volumen por troza. Debemos realizar la medición del volumen estéreo, de la misma manera que se realiza la cubicación del volumen estéreo de madera rolliza tropical. El factor de conversión a ser utilizado es el siguiente:

- Para movilización de madera en troza de pino o eucalipto, con diámetros mayores de 20cm, se debe aplicar **0.64** como factor de conversión.
- Para movilización de pingos y madera en troza de segunda clase, de 3 hasta 35cm de diámetro, se debe aplicar **0.53** como factor de conversión.

Figura 12. Movilización de madera rolliza provenientes de plantaciones



$$\text{Volumen estéreo} = l \times a \times h$$

$$\text{Volumen sólido} = l \times a \times h \times f$$

En donde:

v = volumen (metros cúbicos)

l = largo de la carga (metros)

a = ancho de la carga (metros)

h = alto de la carga (metros)

f = factor de conversión

CAPITULO VI

CUBICACIÓN DE BALSA

La cubicación de balsa movilizada en vehículos se realiza de la misma manera que la cubicación de madera aserrada. Pero debido a que a menudo las piezas de balsa son de baja densidad, se arquean provocando mayores espacios en la carga, por lo tanto se debe aplicar otro factor de conversión diferente al que se usa para carga de madera aserrada.

El factor de conversión que se debe aplicar en este tipo de movilización es de: **0.80** fundamentado en el estudio técnico que el Distrito Forestal de Los Ríos, la Oficina Técnica Forestal de Santo Domingo y “Vigilancia Verde” realizaron en forma conjunta con las empresas que trabajan con balsa en Santo Domingo y Quevedo, en centros de acopio.

CONSIDERACIONES GENERALES

El margen de tolerancia de toda determinación de volumen de carga será de 10%

Productos forestales madereros que no necesitan guía de circulación:

- Madera aserrada que esté, seca y cepillada y dimensionada, y/o la que constituya parte de un producto terminado.
- Canoas fabricadas de manera artesanal

Nota: Palos de escoba, latillas para cajonería, pallets y similares, sí necesitan guías de circulación.