



**CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS -CONAP-
INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES - INAB-**

**Tablas nacionales de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a
madera aserrada por calidades según las reglas internacionales de
clasificación de madera -NHLA- de la especie de caoba
(*Swieteniamacrophylla*).**

Por: Wyllsson Martinez

Josué Gabriel Trujillo

GUATEMALA, 2011

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	1
2	ANTECEDENTES	1
3	CAOBA Y LA GOBERNABILIDAD EN EL SECTOR FORESTAL.....	2
4	OBJETIVOS	4
	4.1 General.....	4
	4.2 Específicos	4
5	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO	4
	5.1 Unidad de Manejo La Unión	4
	5.2 Unidad de Manejo Chosquitán.....	5
	5.3 Unidad de Manejo Río Chanchich	5
	5.4 Unidad de Manejo San Andrés	6
6	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	7
7	METODOLOGÍA	8
8	MUESTREO, MEDICIÓN Y DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA DEL ÁRBOL EN PIE	8
	8.1 Selección de los árboles.....	8
	8.2 Toma de la información de cada uno de los árboles seleccionados.....	10
	8.3 Estimado del volumen de madera en pie.....	10
9	DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN APEADO.....	10
	9.1 Cadena de Custodia –CoC-.....	10
	9.1.1 Procedimiento de cadena custodia.....	11
	9.2 Determinación de volumen	12
	9.3 Cálculo del volumen real	14
	9.4 Medición y deducción de los defectos.	15
	9.5 Trozado	15
	9.6 Saneamiento y medición de las trozas de cada uno de los árboles de caoba que se transporta a la industria.....	16
10	ASERRÍO Y CLASIFICACIÓN DE MADERA SEGÚN LAS REGLAS DE NHLA.....	16
	10.1 Aserrío de la madera	16
	10.2 Identificación de la troza	16
	10.3 Registro de datos de la troza	16

10.3.1	Diámetro	16
10.3.2	Largo	17
10.3.3	Determinación de defectos	17
10.3.4	Aserrío de la madera	17
10.3.5	Transformación de las trozas.....	17
10.3.6	Medición y registro de la producción	18
10.3.7	Determinación del factor de conversión de madera aserrada a metros cúbicos bajo el sistema métrico decimal.	13
10.4	Clasificación por calidad y medición de las tablas según calidad	13
10.4.1	Grados estándar de clasificación.....	13
10.4.1.1	Grado de calidad FAS	14
10.4.1.2	Grado de calidad Fas una cara (F1F).....	14
10.4.1.3	Grado de calidad Selecta	15
10.4.1.4	Grado de calidad No. 1 Común	15
10.4.1.5	Grados de calidad No. 2 común	15
10.4.1.6	Grado de calidad No. 3 A Común.....	16
10.4.1.7	Grado de calidad No. 3 B común	16
11	COMPARACIÓN VOLUMÉTRICA	17
12	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL BOSQUE E INDUSTRIA.....	19
12.1	Ordenamiento y sistematización de la información en una base de datos simple.	19
12.2	Determinación de los grados de clasificación de la madera aserrada según las reglas de la NHLA	20
13	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y ELABORACIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN DE MADERA ASERRADA Y CLASIFICADA SEGÚN LAS NORMAS DE MEDICIÓN E INSPECCIÓN DE LA NHLA PARA LA ESPECIE DE CAOBA A PARTIR DEL DAP	23
13.1	MODELO DE ESTIMACIÓN DE VOLUMEN ASERRADO	24
14	ANÁLISIS DE LA BONDAD DEL AJUSTE DE LA ECUACIÓN A TRAVÉS DE VALORES Y PRUEBAS (USANDO EXCEL Ó MINITAB).....	24
15	TABLAS DE CONVERSIÓN VOLUMÉTRICA DE MADERA EN ROLLO EN PIE A MADERA ASERRADA POR CALIDADES SEGÚN LAS REGLAS DE MEDICIÓN E INSPECCIÓN DE MADERAS DURAS -NHLA-	26
16	ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE RAMAS.....	27

16.1	Aserrío de la madera de ramas	29
16.2	Relación volumen comercial y volumen de ramas	30
17	CONCLUSIONES	31
18	RECOMENDACIONES	32
19	BIBLIOGRAFÍA	33

INDICEDECUADROS

Cuadro No. 1.	Características principales de la Caoba.....	3
Cuadro No. 2.	Distribución de la muestra en las cinco unidades de manejo según datos de los planes operativos 2010 aprobados por el departamento forestal de CONAP región Petén	9
Cuadro No. 3.	Características de los aserraderos.....	17
Cuadro No. 4.	Comparación volumétrica de madera en rollo a madera aserrada.....	17
Cuadro No. 5	Grado de calidad.....	20
Cuadro No. 6	Análisis de varianza del modelo seleccionado	24
Cuadro No. 7.	Análisis del ajuste del modelo matemático	26
Cuadro No. 8.	Tablas de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a madera aserrada por calidades según las reglas de medición e inspección de madera dura - NHLA-	26
Cuadro No. 9.	Comparación volumétrica de madera de ramas autorizada versus madera aserrada	28
Cuadro No. 10.	Características de la volumetría de ramas procesadas	28
Cuadro No. 11.	Grado de calidad de ramas	29

INDICEDEFIGURAS

Figura No. 1.	Mapa de ubicación de las unidades de manejo	7
Figura No. 2.	Esquema de la metodología empleada	8
Figura No. 3.	Esquema de cadena de custodia.....	10
Figura No. 4.	Medición de árbol de caoba UM la Unión (F. W. Martínez)	11
Figura No. 5.	Cadena de custodia al árbol 95 del cuadrante F. Unidad de Manejo Chosquitán. (F. D. Chávez)	12
Figura No. 6.	Diámetro del fuste a la altura de corte (F. W Martínez)	13

Figura No. 7. Medición diámetros a intervalos de tres metros (F. W Martínez).....	13
Figura No. 8. Diámetro en el punto del corte del fuste tumbado (F. D. Chávez)	14
Figura No. 9. Cubicación de las secciones unidad de manejo Río Chanchich (F. G. Trujillo)	15
Figura No. 10. Cadena de Custodia en bacadillas (F. W Martínez)	15
Figura No. 11. Identificación de trozas en el aserradero	16
Figura No. 12 Aserradero de AFISAP, San Andrés Petén (F. W Martínez)	17
Figura No. 13 Aserradero de Sociedad Civil Impulsores Suchitecos (F. W Martínez)	18
Figura No. 14 Registro de producción y cadena de custodia aserradero Impulsores Suchitecos (F. G. Trujillo)	18
Figura No. 15. Proceso de clasificación en patios del aserradero de Impulsores Suchitecos (F. W Martínez)	17
Figura No. 16. Esquematzación de los porcentajes de pérdida de volumen de madera desde el apeo de los árboles hasta el aserrío.	19

INDICEDEGRAFICOS

Gráfico No. 1. Distribución de la muestra en número de árboles y volumen en metros cúbicos según datos de los planes operativos 2010 aprobados por el departamento forestal de CONAP Región Petén	9
Gráfico No. 2. Clasificación de madera aserrada según grados de calidad de la NHLA.....	20
Gráfico No. 3. Grafica de residuales y ajuste de la ecuación	25
Gráfico No. 4 Clasificación de madera aserrada de ramas según grados de calidad de la NHLA.....	29

INDICEDEANEXOS

Anexo 1. Boleta de campo	36
Anexo 2. Boleta de control de producción	37
Anexo 3. Boleta de control de calidad	38
Anexo 4. Base de datos por árbol	39

Siglas y acrónimos

AAA	Área de corta anual
AFISAP	Asociación Forestal Integral San Andrés Petén
AP	Volumen apeado
CATIE	Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
COC	Cadena de Custodia
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
DAP	Diámetro a la altura del pecho
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAS	First And Seconds
FSC	Forest Stewardship Council
FIF	Fas una cara
INAB	Instituto Nacional de Bosques
m ³	Metros cúbicos
MINITAB	
MS	Medida de superficie
NHLA	National Hardwood Lumber Association
POA	Plan operativo anual
RBM	Reserva de la Biósfera Maya
TR	Volumen transportado
VAb	Volumen aserrado bruto
VA	Volumen aserrado

1 PRESENTACIÓN

El aprovechamiento forestal en la Reserva de la Biósfera Maya -RBM- y en la zona tropical de Guatemala, está definido principalmente por la especie Caoba (*Swieteniamacrophylla*). En la zona de uso múltiple de la RBM, especialmente en las unidades de manejo coadministradas por grupos comunitarios la extracción de esta especie representa un sesenta y cinco por ciento (65%) del total de la volumetría aprovechada, tomando en cuenta la inclusión de esta especie en el apéndice II del CITES, los controles de la comercialización de la madera aserrada al extranjero se agudizaron. Esta situación tiene como consecuencia una desestabilización en la administración del recurso ya que no se tienen establecidos en el país los rangos o límites de confianza de los porcentajes de madera de calidad para poder ser exportadas, creando un vacío que obstaculiza en algún momento la comercialización de la madera de esta especie.

Con el desarrollo de las tablas de conversión para el cálculo de volúmenes de madera aserrada y clasificada según las reglas para la medición e inspección de maderas duras de la National Hardwood Lumber Association—NHLA- para este caso en particular dirigido a la especie de caoba (*Swieteniamacrophylla* King.) a partir del volumen de los árboles en pie, se mejoraran los controles tanto administrativos como legales sobre la comercialización de esta especie.

La caoba (*Swieteniamacrophylla* King.) a sido exportada en grandes proporciones y desde el año 2005, Guatemala ha vendido al extranjero aproximadamente 10,791,224 pies tabla de madera aserrada (25,451 metros cúbicos) lo que significa un buen recaudo de divisas, aproximadamente para el año 2009 el ingreso de las divisas fue de US\$ 5,134,508.32, actividad que exige un mayor control de parte de los entes de gobierno, con la finalidad de garantizar la sostenibilidad productiva de esta especie, considerada la insignia de los bosques naturales latifoliados de la nación. (fuente: ventanilla única de exportaciones VUPE-INAB 2009 y Boletín Técnico No.1 Grupo caoba, febrero de 2010).

Para la realización de las tablas nacionales se adoptó la metodología propuesta por Roberto Kometter y Edgar Maravi (2007), con algunas adaptaciones para el país las cuales fueron discutidas y consensuadas en talleres con los diferentes actores que operan en la Reserva de Biósfera Maya.

2 ANTECEDENTES

El desarrollo de las tablas de conversión para el cálculo de volúmenes de madera aserrada de caoba (*Swieteniamacrophylla* King) se realizó en dos de los cuatro bloques que se reconocen dentro de la Reserva de la Biósfera Maya, donde se abarcaron los estratos de la distribución natural de la especie bajo estudio y además se comparó el nivel de optimización y aprovechamiento desde el censo comercial hasta la clasificación de madera, previo a la comercialización de la misma, tomando como punto de análisis los árboles seleccionados en la investigación.

Para desarrollar las tablas de conversión, se tomó como base la cadena de custodia previamente establecida en el proceso de certificación forestal del ForestStewardship Council –FSC- en cada una de las unidades seleccionadas, considerando la metodología propuesta por Kometter y Maravi (2007) con algunas adaptaciones para el país.

El resultado es la creación de una tabla de volumen de madera aserrada con sus diferentes grados calidad empleados a la hora de la exportación de acuerdo a las reglas para la medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation–NHLA, para lo cual se tomó un total de 241 árboles en las cinco unidades de manejo, ubicadas en la Zona de Uso Múltiple –ZUM-, de la Reserva de la Biósfera Maya –RBM-. Para la selección de los individuos se tomó en cuenta los diámetros mínimos de corta de cada una de las unidades de manejo, la evaluación tomó como DMC 55 centímetros de DAP, agrupados en clases diamétricas a intervalos de 10 cm. Con el análisis de los planes operativos de cada una de las organizaciones se obtuvo una muestra normal en donde todas las clases diamétricas se encontraron debidamente representadas.

3 CAOBA Y LA GOBERNABILIDAD EN EL SECTOR FORESTAL

La caoba, también conocida como caoba del atlántico en América Central, mora en Bolivia y mogno en Brasil, es la especie tropical maderable de más alto valor comercial en el mercado internacional. La caoba es una de las especies más importantes en el aprovechamiento selectivo de los bosques tropicales naturales.

Según el plan de acción para el control del comercio internacional de caoba de hoja ancha (*Swieteniamacrophylla* King), en el anexo tres (3), numeral uno (1) e inciso b, menciona que todos los estados del área de distribución de la caoba de hoja ancha deberían realizar estudios de rendimientos de madera rolliza a aserrada; relación altura y diámetro, con la finalidad de mejorar la administración y control de la madera de la caoba de hoja ancha.

Los niveles de sobre-explotación con fines comerciales de esta especie han resultado en su inclusión en el Apéndice II del Convenio CITES. En base a los estudios de los flujos de comercialización, la caoba se exporta desde los países productores en su mayor proporción a los mercados consumidores de Estados Unidos, Francia, Canadá, Inglaterra, República Dominicana y otros países de Europa.

A pesar de los esfuerzos de conservación, supervisión y control, el impacto de las prácticas de extracción, frecuentemente no sostenibles, han contribuido con la rápida extinción comercial de esta especie en algunas de sus diferentes áreas de distribución natural. Esta es una de las causas del incremento de la tala ilegal en áreas protegidas, bosques de protección y áreas no autorizadas para aprovechamiento.

A continuación en el cuadro No. 1 se presentan las principales características de la especie:

Cuadro No. 1. Características principales de la Caoba.

Característica	Descripción	Característica	Descripción
Reino	Vegetal	Fruto	Cápsula: 12-18 cm de largo; 7 cm de ancho, color castaño amarillento
Sub Reino	Embryobionta	Semillas	Semillas sámaras, aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm. de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo.
División	Magnoliopsida	Ecología y distribución	Desde la Vertiente del Golfo de México y Península de Yucatán hasta la región amazónica de Perú, Bolivia y Brasil.
Clase	Magnoliopsida	Color:	Rojizo amarillento a marrón
Orden	Sapindales	Albura	Color castaño dorado
Familia	Meliaceae	Duramen	Color castaño rojizo
Genero	Swietenia	Olor	Fragante muy característico
Especie	Macrophylla	Sabor	Ligeramente amargo
Nombre Científico	Swieteniamacrophylla King.	Hilo	Recto
Sinónimos	Swieteniaaubrevilliana	Textura:	Fina
	S. belizensisLundell	Brillo	Mediano a alto
	Swieteniacandollei	Grano:	
	Swieteniacandollei	Patrón de veteado:	Vistosa
Nombres comunes:	Aguano y Araputanga (Brasil);	Peso específico	0.50 a 0.60 gr/cm ³
	Capuano (C. A., México y Colombia)	Contracción Tangencial	4.10%
	Caoba de Petén (Guatemala)	Contracción Radial	3%
	Chacatlé (Maya)	Relación Tangencial/Radial	1.1
	Mahogany (Honduras)	Contracción volumétrica	7.80%
	Mara (Bolivia)	Punto de Saturación de la fibra	27.27%
Altura	Hasta 70 m	Modulo de elasticidad	90.1*10 ³ , 100*10 ³
DAP	Hasta 3.5 m	Cambio de dimensiones	Mediano
Fuste	Base ensanchada, recto y cilíndrico con contrafuertes	Aserrado	Fácil
Flores	Colocadas sobre panículas de 10 a 20 cm de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm de largo, lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados		
Corteza	Café claro áspera y fisurada	Cepillado	Fácil
Copa	Densa redondeada	Torneado	Fácil
Durabilidad natural	Durable	Lijado:	Fácil y bueno

Fuente: Proyectoanejo sostenible de Recursos Naturales; Árboles Tropicales de México, Catalogo de las 100 especies forestales de Honduras y Dataforg

4 OBJETIVOS

4.1 General.

Contribuir con las autoridades nacionales forestales del país y de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres-CITES-, productores concesionarios y privados del país, a mejorar los controles de aprovechamiento y exportación de la caoba (*Swieteniamacrophylla* King.) mediante la elaboración de tablas nacionales de conversión volumétrica considerando la metodología propuesta por Roberto Kometter y Edgar Maravi con adaptaciones para Guatemala.

4.2 Específicos

Crear tablas volumétricas de conversión de uso sencillo y de alta precisión.

Cuantificación de los volúmenes por calidades las reglas para la medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation–NHLA-, a partir de los diámetros mínimos aprobados en los planes de manejo.

Aprobación de la tabla volumétrica por las autoridades competentes del país y socializar los resultados con los usuarios, operadores, dueños de bosques, auditores, autoridades de las administraciones forestales y las autoridades CITES.

5 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO

El estudio se llevo a cabo en cinco unidades de manejo dentro de la Reserva de Biósfera Maya –RBM-, siendo las unidades seleccionadas: La Unión, Chosquitán, Río Chanchich, Carmelita y San Andrés. A continuación se presentan las principales características de los estratos de cada unidad de manejo.

5.1 Unidad de Manejo La Unión

Estrato A. Bosque medio en pendientes fuerte, representa un 10% del área total, equivalente a 2,063.53 hectáreas. Esta ocupado por bosque que supera los 15 metros de altura, pero que difícilmente pasa los 25 metros. Sus pendientes alcanzan en algunos puntos críticos (encaños) mas del 50%, y el drenaje es bueno. Se considera con moderado potencial para aprovechamiento de productos maderables, a partir de los primeros 20 años de manejo de la unidad.

Estrato B. Bosque medio disperso en planicies inundables, contiene bosque con árboles que superan la altura de 15 metros, y en algunas zonas se observo que la densidad de copas es rala, la topografía va de plana a ondulada y es una zona susceptible a inundación por cortos periodos de tiempo. Se considera con moderado potencial para aprovechamiento de productos maderables. Representa el 31 % del área, equivalente a 6,491.62 hectáreas.

Estrato C. Bosque medio en pendiente moderada, es una zona un poco más alta, intermedia entre el estrato A y B. El drenaje es bueno. Las pendientes son suaves que

en algunas partes superan el 15% pero que difícilmente llegan 30%. Corresponde a un 22 % de la unidad de manejo equivalente a 4,599.65 hectáreas.

Estrato D. Bosque medio en planicie aluvial, presenta casi las mismas características que el estrato C con la diferencia que existe una menor cantidad de áreas con drenaje deficiente. La diferencia más importante es la presencia de especies que no se reportaron en los otros estratos y otras especies que son más abundantes. Es una zona que difícilmente supera el 15% de pendiente y esta influenciada por el Riachuelo Chanchich y sus afluentes. Ocupa un 14 % de la unidad de manejo correspondiente a 2,973.77 hectáreas.

Estrato P. Bosque medio en áreas de protección, ocupa un 8% de la unidad de manejo, equivalente a 1,637.59 hectáreas. En estas áreas el relieve es quebrado con pendientes que superan el 50%, como la serranía Kárstica que cruza al centro de la unidad de manejo de oriente a occidente. Estas áreas se encuentran ubicadas a orillas del Río Azul y Riachuelo Chanchich. La vegetación de esta zona es variada de bosque medio a alto y bajo.

Estrato Bajo. Los bajos son zonas de inundación durante la época de invierno y parte del verano. Ocupan el 16% del área total (3,410.16 hectáreas). Predominan los pastos, y algunas especies arbóreas emergentes que no sobrepasan los 15 m de altura total

5.2 Unidad de Manejo Chosquitán

Estrato A. Bosque medio generalmente denso, muy intervenido en términos de maderas primarias (caoba y cedro) y, con menor influencia hidrográfica, este estrato tiene una extensión de 3,802.21 hectáreas, representando el 19.9% del área total de la Unidad de Manejo.

Estrato B. Bosque Medio con una extensión de 7,502.21 hectáreas. (38.98%), generalmente denso, con menos áreas intervenidas y, con alguna influencia de corrientes de agua. Se separó del Estrato A, especialmente porque el primero ha sido más intervenido, en términos madereros, ya sea por empresas madereras, antes de 1990 ó por tala ilegal en las inmediaciones de Belice.

Estrato C. Bosque medio con una extensión de 3,439.21 hectáreas. (18.03%), generalmente denso, no intervenido en términos de madera y, por la influencia de río azul y sus afluentes, un bosque con mayor humedad que se considera influye en la presencia de árboles de mayor diámetro.

Estrato Bajo. Los bajos representan 3,238 hectáreas (16.7%), bosque menor a 15 metros de altura dominante. En el estrato C, el chico zapote es relegado al tercer lugar con un IVI de 9.62%, ocupando los primeros lugares en importancia el ramón (23.4%) y el zapotillo hoja fina (10.75%).

5.3 Unidad de Manejo Río Chanchich

Estrato A. Estrato medio 3,416.48 hectáreas lo que le hace el estrato con mayor área. Está ocupado por bosque medio que supera los 15 metros de altura, sus pendientes

difícilmente superan un 15%. Se considera con un moderado potencial para aprovechamiento de productos maderables.

Estrato B. Bosque medio en planicie aluvial, contiene bosque con árboles que superan la altura de 15 metros, sus pendientes difícilmente superan un 5%. Se considera con moderado potencial para aprovechamiento de productos maderables. Representa el 21.97 % del área, equivalente a 2,674.97 hectáreas.

Estrato C. Bosque medio inundable, es una zona que se encuentra hacia el Centro y Sur de la Unidad de Manejo, donde es característico terrenos susceptibles de inundación por cortos periodos. Tiene el potencial maderero más alto de los Estratos de la Unidad de Manejo. Corresponde a un 24.69 % de la unidad de manejo equivalente a 3,005.47 hectáreas.

Estrato P. Bosque medio en pendientes fuertes, ocupa un 3.57% de la Unidad de Manejo, equivalente a 434.72 hectáreas. El relieve es quebrado con pendientes no menores del 25%. Debido a las altas pendientes su uso, solo será para el aprovechamiento de recursos no maderables.

Estrato Bajo. Los bajos son zonas de inundación durante la época de invierno, y parte del verano. Ocupan el 21.70 % del área total (2,641.63 ha). Predominan los pastos, y algunas especies arbóreas emergentes que no sobrepasan los 15 m de altura total.

5.4 Unidad de Manejo San Andrés

Estrato A. Estrato de bosque medio, ubicado en áreas planas, drenaje deficiente con periodos prolongados de inundación

Estrato de Recuperación. A raíz de los incendios forestales y actividades agrícolas del pasado existen algunas áreas que cuentan con bosques en recuperación. Tiene una extensión de 6,197.39 hectáreas.

6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

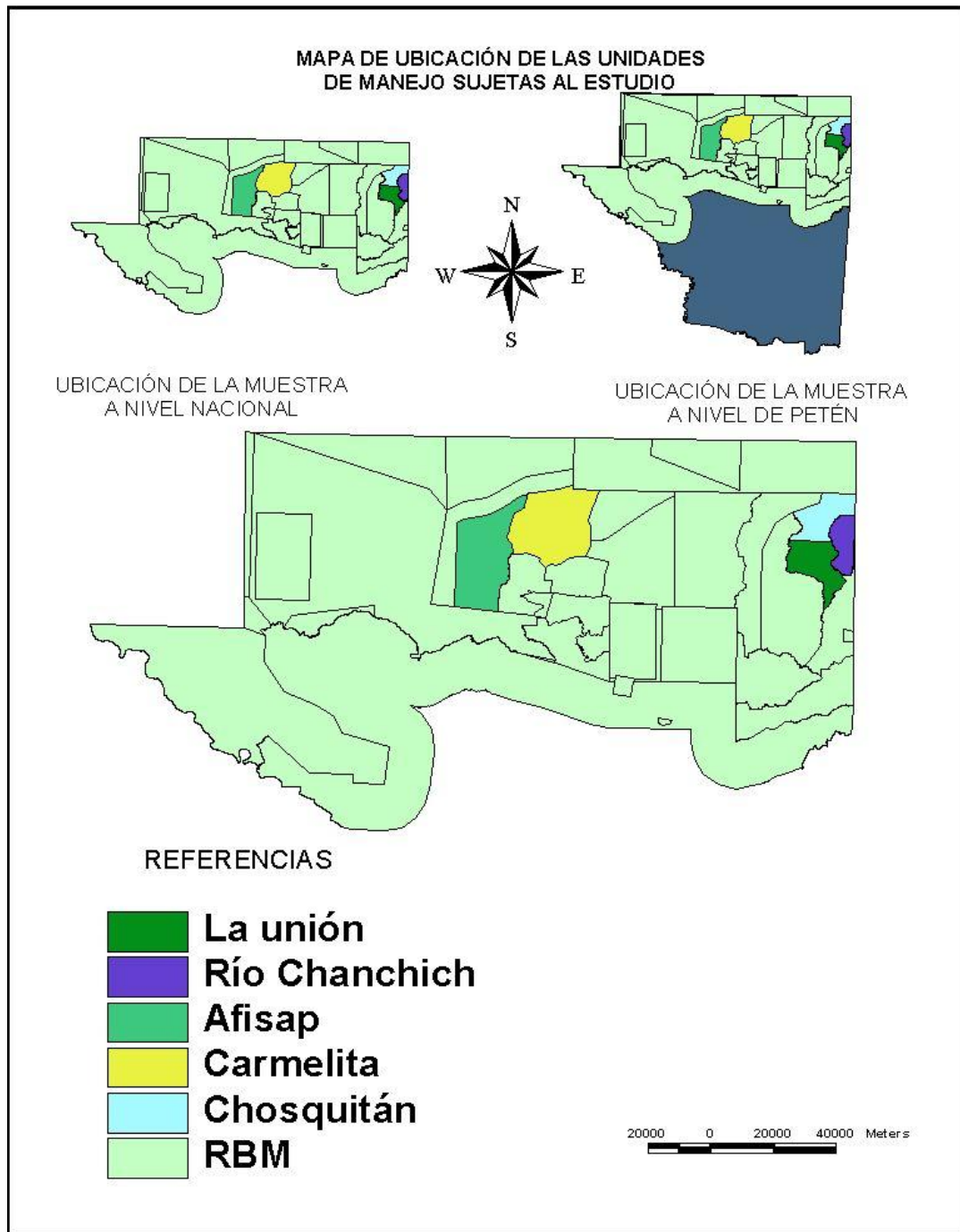


Figura No. 1. Mapa de ubicación de las unidades de manejo

7 METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo de las tablas nacionales de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a madera aserrada por calidades según las reglas internacionales de clasificación de madera -NHLA- de la especie de caoba (*Swieteniamacrophylla*) fue la propuesta por Kometter y Maravi (2007) con algunas adaptaciones para el país.

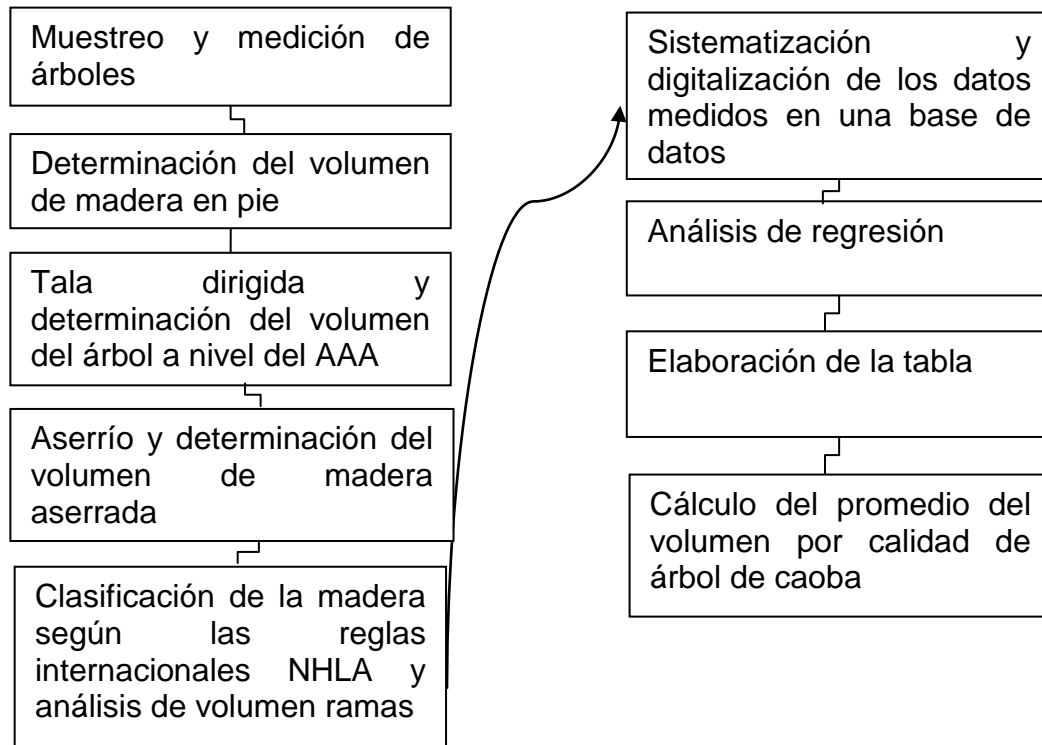


Figura No. 2. Esquema de la metodología empleada

Siendo las adaptaciones para Guatemala la clasificación de la madera aserrada de acuerdo a reglas para la medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation–NHLA- para este caso en particular dirigido a la especie de caoba (*Swieteniamacrophylla*King.)

8 MUESTREO, MEDICIÓN Y DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA DEL ÁRBOL EN PIE

8.1 Selección de los árboles

Para la determinación de la muestra se tomó como base los planes operativos 2010 debidamente aprobados por el departamento forestal del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, muestreando un total de doscientos cuarenta y un (241) árboles que equivalen a novecientos sesenta y cuatro punto noventa y dos metros cúbicos (964.92 m³).

La muestra se distribuyo en cinco unidades de manejo dentro de la Reserva de Biosfera Maya –RBM- siendo estas San Andrés, Carmelita, Chosquitán, La Unión y Río Chanchich. La selección de los individuos se dio en función de la clase diamétrica, forma del fuste y los diferentes estratos.

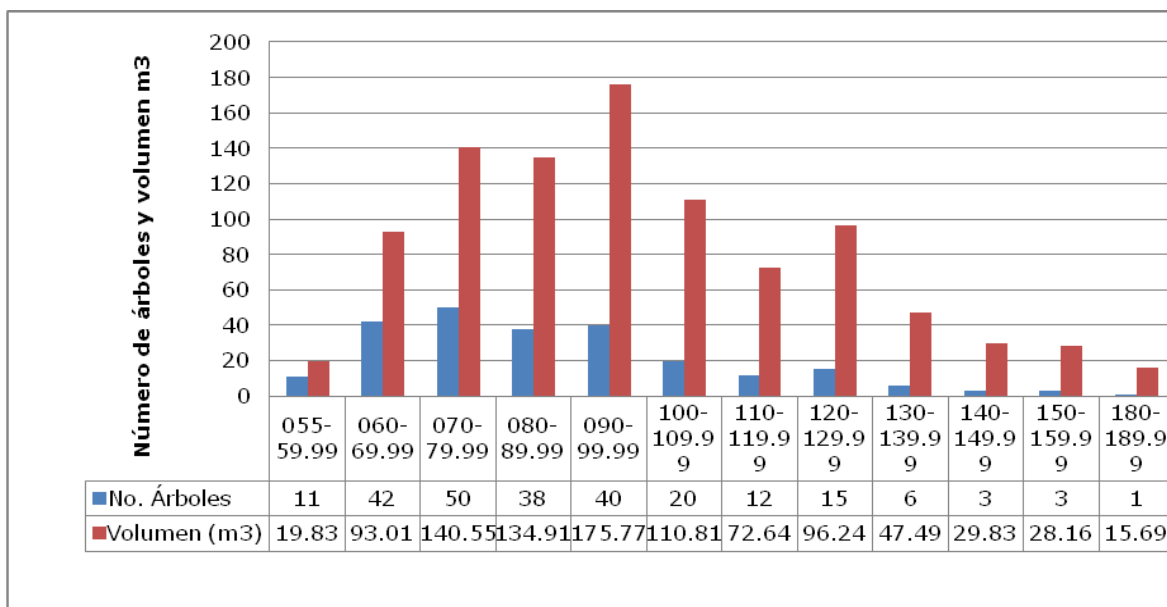


Gráfico No. 1. Distribución de la muestra en número de árboles y volumen en metros cúbicos según datos de los planes operativos 2010 aprobados por el departamento forestal de CONAP Región Petén

Cuadro No. 2. Distribución de la muestra en las cinco unidades de manejo según datos de los planes operativos 2010 aprobados por el departamento forestal de CONAP región Petén

Unidad de manejo	Valores	
	N	V (m ³)
San Andrés	49	213.24
Carmelita	43	113.13
Chosquitán	50	247.61
La Unión	49	174.43
Río Chanchich	50	216.51
Total general	241	964.92

En las diferentes unidades de manejo a la hora del censo comercial se utiliza la siguiente serie de códigos que dan a conocer el estado fitosanitario de los individuos: 1 árbol recto y sano, 2 torcido sano, 3 dañado aprovechable, 6 árboles de salvamento (secos y desraizados), los cuales aportaron al estudio el 17.26, 75.97, 6.01 y 0.77 por ciento respectivamente; los códigos 4 no productivo para la extracción de madera pero con fines ambientales (madrigueras y dispersión de semilla), y 5 árbol plus destinado a

ser árbol semillero, estas dos últimas categorías no fueron tomadas en cuenta por las funciones que estos individuos prestan.

8.2 Toma de la información de cada uno de los árboles seleccionados

Para calcular el volumen real de cada uno de los árboles, se midió la longitud total en metros y el diámetro a la altura del pecho (1.30 m) o bien 30 cm después de la gamba e importante indicar que esta es la definición convencional, en la práctica el técnico de campo usó el criterio técnico dependiendo de las características morfológicas de cada árbol.

8.3 Estimado del volumen de madera en pie.

Para esta estimación se tomo como base los datos reportados en los planes operativos, empleando para ello la formula de la FAO.

$$\text{Vol (m}^3\text{)} = 0.0567 + 0.5074 * \text{Dap} * \text{Hc}$$

Donde: Dap = Diámetro a la altura del pecho Hc= Altura comercial

9 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN APEADO

9.1 Cadena de Custodia –CoC-

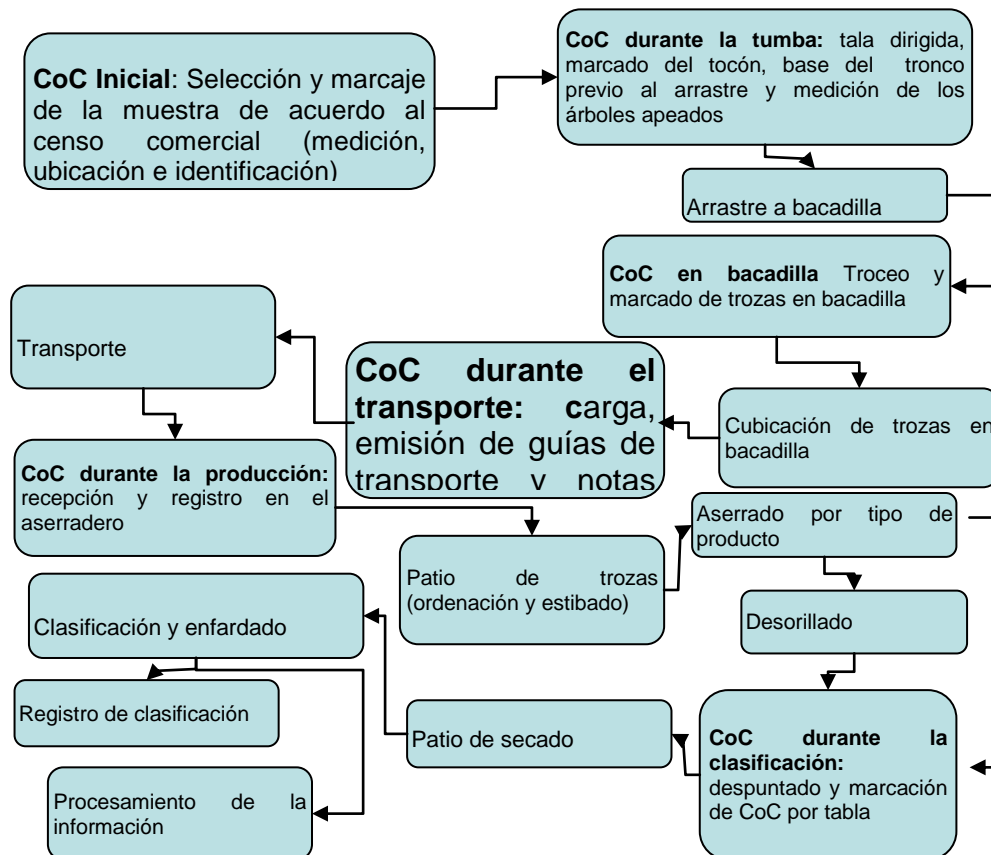


Figura No. 3. Esquema de cadena de custodia

Cadena de custodia –CoC- que se deriva de las siglas en ingles Chain of Custody, proceso aplicado para verificar el origen de la madera, la cual tiene como objeto probar en todo momento la precedencia de la madera desde el área de corta anual –AAA- hasta la clasificación de la madera, según las reglas de cubicación e inspección de la NHLA.

9.1.1 Procedimiento de cadena custodia

CoC inicial: comprendida desde la selección de los árboles en las distintas unidades de manejo hasta el marcaje de los árboles en campo. Cada uno de estos árboles figuraba dentro de los planes operativos anuales 2010, de las cinco unidades de manejo, cada uno de los individuos había sido debidamente medido en diámetro, altura y calificado fitosanitariamente, en la figura tres se muestra la medición de los árboles en durante el censo comercial.



Figura No. 4. Medición de árbol de caoba UM la Unión (F. W. Martínez)

CoC durante la tumba: comprende el marcaje de los árboles ya tumbados tanto en el tocón como la base del árbol. La marcación de los árboles fue en función de los números previamente designados a la hora del censo comercial, se les colocó el número en la base del fuste con pintura en “Spray” con la designación INAB - CONAP. Paralelamente se colocó en el tocón de la cadena de custodia, tal como aparece en la figura 5.



Figura No. 5. Cadena de custodia al árbol 95 del cuadrante F. Unidad de Manejo Chosquitán. (F. D. Chávez)

CoC en bacadilla: procedimiento de inspección, saneo, seccionado, cubicación de los árboles y marcaje tanto de árboles como de trozas.

CoC durante el transporte: concerniente a las marcas distintivas de la muestra desde que salió de la bacadilla hasta el aserradero.

CoC durante la producción: esta fase consistió en la separación física de la muestra en los patios del aserradero y el control que llevo la madera en rollo hasta el ingreso a la sierra principal.

CoC durante la clasificación: es la última etapa en el proceso que consistió en el marcaje tabla por tabla de cada una de las piezas para su clasificación siguiendo las reglas de la NHLA.

Cada una de estas etapas se registro en boletas, las cuales se dan a conocer en los anexos 1, 2 y 3.

9.2 Determinación de volumen

Una vez tumbado el árbol, se efectuaron las mediciones necesarias a intervalos de tres metros para determinar el volumen real, a partir de las mediciones en base a las indicaciones siguientes:

Diámetro del tocón a la altura de corte.

Diámetro del fuste a la altura de corte y diámetros cada tres metros.

Diámetro en el punto del corte del fuste tumbado.



Figura No. 6. Diámetro del fuste a la altura de corte (F. W Martínez)



Figura No. 7. Medición diámetros a intervalos de tres metros (F. W Martínez)



Figura No. 8. Diámetro en el punto del corte del fuste tumbado (F. D. Chávez)

9.3 Cálculo del volumen real

Se calculó el volumen para cada porción medida usando la fórmula de Smalián y luego se sumaron estos volúmenes para tener el volumen total de cada árbol.

$$V = \frac{\pi ((d_1 + d_2)/2)^2}{4} * l$$

Donde:

V = Volumen en metro cúbicos

$\pi = 3.1416$

d_1 = Diámetro mayor en metros

d_2 = Diámetro menor en metros

L = Largo de la troza en metros

Para el registro de la información se diseñó la boleta de campo que se presenta en el anexo 1.

9.4 Medición y deducción de los defectos.

En el árbol tumbado y trozado se midió el tamaño de los defectos (huecos y pudriciones) calculando el volumen total de estos.

Es necesario indicar la importancia de calcular apropiadamente los defectos (huecos y pudriciones) de manera que estos sean deducidos apropiadamente en el cálculo de los volúmenes.

9.5 Trozado

Posterior a la tumba cada uno de los árboles fue conducido a las bacadillas por un tractor forestal, los árboles seccionados conservaron la cadena de custodia original y se le agregó el número de troza o rama. A estas secciones se les calculó el volumen empleando la fórmula de Smalián.



Figura No. 9. Cubicación de las secciones unidad de manejo Río Chanchich (F. G. Trujillo)



Figura No. 10. Cadena de Custodia en bacadillas (F. W Martínez)

9.6 Saneo y medición de las trozas de cada uno de los árboles de caoba que se transporto a la industria.

Una vez saneadas y definidas las trozas que irían a la industria, estas fueron medidas para determinar el volumen que se transporto desde el bosque hacia la industria.

10 ASERRÍO Y CLASIFICACIÓN DE MADERA SEGÚN LAS REGLAS DE NHLA

10.1 Aserrío de la madera

Previo al aserrío de las trozas se midió cada una de las secciones de los árboles, tomando como base la cadena de custodia, en base a la siguiente metodología:

10.2 Identificación de la troza

Cada troza evaluada fue identificada con el número de cadena de custodia desde el censo comercial, la cadena de custodia se colocó en ambas caras de la troza, utilizando para ello yeso de color blanco, paralelamente la nomenclatura para cada troza fue registrada en la boleta diseñada para el efecto (anexo 2), donde se anotaron los datos descriptivos de la troza y la producción de madera aserrada.



Figura No. 11. Identificación de trozas en el aserradero

10.3 Registro de datos de la troza

Cada troza antes de ser ingresada a la rampa, fue medida y se registraron las variables siguientes:

10.3.1 Diámetro

En la cubicación de las trozas se midieron los diámetros sin corteza de ambas caras de la misma, empleando el sistema métrico. El diámetro obtenido fue el promedio de dos ó más medidas en cruz, dependiendo de la forma de cada cara de la troza.

10.3.2 Largo

Esta variable fue medida en metros, el valor se redondeó a centímetros.

10.3.3 Determinación de defectos

Se examinó cada una de las trozas ingresadas a la rampa, se pintó con pintura "spray" color rojo, cada uno de los defectos de la misma (nudos, rajaduras). Para las trozas torcidas se procedió a identificar la parte de mayor curvatura, pintando el sitio con "spray" de color rojo donde se realizó el corte de saneamiento en rampa y para que el aserrador realizara el primer corte. Los cortes de saneamiento fueron realizados con motosierra en la rampa, previo al aserrío de las trozas, los cuales tuvieron un largo mínimo de un metro y veinte centímetros.

10.3.4 Aserrío de la madera

Cada troza fue procesada para obtener el mayor volumen de madera aserrada en piezas de dimensiones determinadas, en función de las dimensiones estándares y características pedidas por los compradores de la madera.

10.3.5 Transformación de las trozas

Cuadro No. 3. Características de los aserraderos

No.	Organización	Aserradero	Marca
1	Sociedad Civil Impulsores Suchitecos	Móvil	Wood Mizer
2	Asociación forestal integral San Andrés	Estacionario	
4	Sociedad Civil Laborantes del Bosque	Estacionario	
4	Sociedad Civil Custodios de la Selva	Estacionario	
5	Cooperativa Carmelita	Estacionario	



Figura No. 12 Aserradero de AFISAP, San Andrés Petén (F. W Martínez)



Figura No. 13 Aserradero de Sociedad Civil Impulsores Suchitecos (F. W Martínez)

10.3.6 Medición y registro de la producción

A cada troza aserrada se le midió la cantidad de madera en pies tablares, utilizando la CLEVELAND LumberScaling Rules o Regla "Tally" (Regla de madera con cabeza metálica. Para usar la regla se posiciona la cabeza metálica sobre los bordes de la tabla, usando la escala que corresponde al largo y se lee la medida de superficie –MS-), incluyendo piezas largas y cortas, esta medida es la base se la clasificación según las reglas de la NHLA.



Figura No. 14 Registro de producción y cadena de custodia aserradero Impulsores Suchitecos (F. G. Trujillo)

Los gruesos dependieron de los requerimientos del mercado, estos siempre apegados a los estándares.

Se consideraron piezas largas a aquellas que tuvieron un largo mayor un metro ochenta (1.80 m) y piezas cortas aquellas menores o iguales a la cantidad antes mencionada; a cada una de estas se le colocó la medida de superficie, posteriormente se calculó el número de metros cúbicos.

Esta información se registro en la boleta diseñada para el efecto (anexo 3), anotando la especie y los números de trozas, piezas y medidas de superficie.

Para darle seguimiento a la cadena de custodia se le coloco la misma a cada una de las tablas proveniente de la troza, para luego sumarlas en función del número de trozas y con ello determinar la producción total del árbol.

10.3.7 Determinación del factor de conversión de madera aserrada a metros cúbicos bajo el sistema métrico decimal.

Para transformar a metros cúbicos, los pies tablares determinados por la regla "Tally", se medio el cinco porciento de las piezas de madera aserrada, a las fueron medidas al ancho y grosor en centímetros y largo en metros, paralelamente se estableció el volumen de los pies tablares de la regla "Tally" o de producción, estableciendo con ello el factor de ajuste.

10.4 Clasificación por calidad y medición de las tablas según calidad

Se llevo la cadena de custodia al nivel de tabla es decir que cada pieza de cada una de las trozas fue marcada con crayón de madera con la respectiva cadena de custodia, posterior al aserrío y después de dejarla secar al aire un tiempo prudente se procedió a la clasificación de la madera siguiendo las reglas de medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation (NHLA) que se describe a continuación.

10.4.1 Grados estándar de clasificación

Los grados de maderas duras han sido adoptados para establecer el valor comparable de la tabla y para dar al que la utiliza, una base sobre la cual poder hacer sus compras para las distintas aplicaciones. (22)

Las reglas son el resultado de un estudio largo y cuidadoso, hecho por madereros en cooperación con los que trabajan la madera. *El fin es dar y obtener los mejores productos al alcance, conservar los bosques, mantener un lenguaje, términos y especificaciones madereras, que permitan un entendimiento inmediato entre compradores y vendedores, en cualquier ocasión y para cualquier uso en el que se requieran maderas duras.* (22)

La codificación fundamental de las reglas fue hecha al formarse en Estados Unidos de América la Asociación Nacional de Maderas duras (N.H.L.A.) en 1,897 y desde entonces han sido revisadas y aumentadas para reflejar las necesidades de la industria, bajo el consejo de un comité que representa las distintas especies y las áreas de producción. (22)

10.4.1.1 Grado de calidad FAS

Para poder graduar las tablas en esta calidad, deberán tener como mínimo las siguientes características: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas : 6" x 8'
- Tamaño mínimo de cortes: 4" x 5' ó 3" x 7'
- Rendimiento básico: MS x 10 (83 1/3%)
- Cortes básicos: MS / 4 (máximo 4)
- MS para cortes adicionales: 6' a 15'
- Rendimiento adicional: MS x 11 (91 2/3%)
- Rendimiento especial: MS x 11.64 (97%)

El grado FAS se determina en el peor lado de la tabla, usando cortes limpios con reversos sanos. (22)

Defectos limitantes en FAS

- La medida de la médula (en pulgadas) no debe exceder la MS (en pies).
- Arista faltante: ½ del largo
- Rajaduras : 2 x MS si son de 1 pie o menos. Puede haber una diferencia de 1" en pie lineal.
- Regla del primer pie lineal: no debe contener más del 25% de madera no sana.
- Nudos y agujeros: MS/3, excepto cuando están dentro del primer lineal (regla del primer pie).
- Alabeo y combado: la tabla entera deber poder cepillarse por ambos lados, hasta el espesor estándar cepillado.

10.4.1.2 Grado de calidad Fas una cara (F1F)

FAS UNA CARA (F1F) no deberá tener grado inferior a FAS en la mejor cara para la especie y no menor a No. 1 Común en la cara del reverso. Las aristas faltantes en la cara No. 1 Común de la tabla, no deben sobrepasar 1/3 del ancho y ninguno de los bordes deberá tener más arista faltante total que la de 1/2 del largo. (22)

Los requerimientos para este grado de calidad son (22):

- Tamaño mínimo de las tablas: 6" x 8'
- Tamaño mínimo de cortes: 4" x 5' ó 3" x 7'
- Rendimiento básico: MS x 10 (83 1/3%)
- Cortes básicos: MS / 4
- MS para cortes adicionales: 6' a 15'
- Rendimiento adicional: MS x 11 (91 2/3 %)
- Rendimiento especial: MS x 11.64 (97%)

10.4.1.3 Grado de calidad Selecta

Los requerimientos para este grado de calidad son: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas: 4" x 6'
 - Tamaño mínimo de cortes: 4" x 5' ó 3" x 7'
 - Rendimiento básico: MS x 10 (83 1/3%)
 - Cortes básicos: MS /4 (Máximo 4)
 - MS para cortes adicionales: 6' a 15'
 - Rendimiento adicional: MS x 11.64 (91 2/3 %)
 - Rendimiento especial: MS x 11.64 (97%)
- MS=2' y 3' deben ser 100% limpios ó MS x 11 en un corte.

El grado selecta se basa en el grado de ambas caras. La cara buena debe ser FAS y la peor cara No. 1 Común. (22)

El grado selecta admitirá piezas de MS de 2' y 3' que sean el 100% limpias o que rindan 11/12 (91 2/3%) en un corte. Selecta admitirá también piezas de MS igual ó mayor a 4 que califiquen FAS en la mejor cara y no menos que No. 1 Común en el reverso. (22)

10.4.1.4 Grado de calidad No. 1 Común

Los requerimientos para este grado de calidad son: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas: 3" x 4'
 - Tamaño mínimo de cortes: 4" x 2' ó 3" x 3'
 - Rendimiento básico: MS x 8 (66 2/3%)
 - Cortes básicos: (MS +1)/3
 - MS para cortes adicionales: 3' a 10'
 - Rendimiento adicional: MS x 9 (75 %)
 - Rendimiento especial: MS x 1 (100% limpio)
- MS = 2 (75%)

El grado se determina a partir del peor lado de la tabla.

10.4.1.5 Grados de calidad No. 2 común

Los requerimientos para este grado de calidad son: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas: 3" x 4'
- Tamaño mínimo de cortes: 3" x 2'
- Rendimiento básico: MS x 6 (50%)
- Cortes básicos: MS /2
- MS para cortes adicionales: 2' a 7'

- Rendimiento adicional: MS x 8 (66 2/3 %)
- Rendimiento especial: MS x 1 (66 2/3%)

10.4.1.6 Grado de calidad No. 3 A Común

Los requerimientos para este grado de calidad son: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas: 3" x 4'
- Tamaño mínimo de cortes: 3" x 2'
- Rendimiento básico: MS x 4 (33 113%)
- Cortes básicos: Sin límite de cortes
- MS Para cortes adicionales: No aplica
- Rendimiento adicional: No aplica
- Rendimiento especial: Debe calificar al menos como No. 2A Común en la mejor cara; el reverso sano.

Opciones para calificar en el grado 3 A Común

- Cualificar el peor lado de la tabla mediante el uso de cortes limpios con el reverso sano, siempre que el número de unidades en los cortes cumplan con los requisitos de 3 A Común. (22)
- La segunda opción es calificar la tabla en su mejor cara, lo que debe resultar en al menos No. 2A Común, aplicando todas las normas de No. 2A, Común y con el reverso sano en los cortes. El grado No. 3A Común no tiene restricciones en cuanto a defectos, siempre que los requerimientos se cumplan. (22)

10.4.1.7 Grado de calidad No. 3 B común

Los requerimientos para este grado de calidad son: (22)

- Tamaño mínimo de las tablas: 3" x 4'
- Tamaño mínimo de cortes: No menos de 1 ½" de ancho.
Debe tener como mínimo 36 pulgadas cuadradas de corte sano.
- Rendimiento básico: MS x (25%)
- Cortes básicos: Sin límite de cortes
- MS para cortes adicionales: No aplica
- Rendimiento adicional: No aplica
- Rendimiento especial: No aplica

Las tablas No. 3B Común se califican por la peor cara usando cortes sanos y con sus reversos también sanos. No existen restricciones adicionales para el grado No, 3B Común. (22)

Debido a que éste es el grado más bajo dentro de los grados estándar, cualquier tabla que no cumpla con los requisitos mínimos de No. 3B Común, se califica como grado inferior o debajo del estándar. (22)



Figura No. 15. Proceso de clasificación en patios del aserradero de Impulsores Suchitecos (F. W Martínez)

11 COMPARACIÓN VOLUMÉTRICA

Cuadro No. 4. Comparación volumétrica de madera en rollo a madera aserrada

Valores	Volumen (m3)					Porcentaje (%)				
	POA	Apeado (AP)	Transportado (TR)	Aserrado bruto (VAb)	Aserrado (VA)	POA	Apeado (AP)	Transportado (TR)	Aserrado bruto (VAb)	Aserrado (VA)
Volumen (m3)	964.92	1,226.72	968.47	584.92	529.51					
POA	964.92	0.00	-3.55	380.00	435.41	100.00	127.13	100.37	60.62	54.88
Apeado (AP)	1,226.72	261.80	258.25	641.80	697.21	78.66	100.00	78.95	47.68	43.16

El volumen POA de 964.92 metros cúbicos, que corresponde a la volumetría autorizada en las licencias de aprovechamiento forestal, se tomó como base para las comparaciones volumétricas resultantes en cada uno de los escenarios.

Una vez apeados los árboles se procedió a determinar el volumen apeado (AP) o real de cada uno de estos, obteniendo un total de 1,226.72 metros cúbicos, que corresponde al 127.13% del volumen respecto al autorizado, la diferencia del 27.13% se debe a que en esta cubicación se consigno el volumen de las torceduras, nudos muertos, manchas, entre otras, sin embargo la volumetría que se presenta antes las entidades del sector forestal del país para la aprobación de la licencias es el volumen comercial, por lo que los daños por podreduras, insectos y otros son debidamente descontados desde el censo comercial.

La comparación del volumen apeado con respecto al volumen transportado (TR) arrojo una diferencia de 258.24 metros, lo que en otras palabras indica que del bosque hasta el aserradero se extrae el 78.95 por ciento con relación al volumen apeado.

Con base a lo establecido en la Ley Forestal (Decreto Legislativo 100-96) y su Reglamento de la Ley (Resolución 4.23.97), el marco del aprovechamiento y/o extracción en términos generales, se tiene un sobre volumen del 0.37% que no supera el 10% de lo establecido en artículo 40 del Reglamento de la Ley, sin embargo este es un valor promedio. En algunas de las unidades muestreadas se tiene un sobre volumen del 22.99% y al otro extremo se tiene una sub estimación del 20.25%, por lo que se tiene que ajustar el criterio de selección de los individuos y mejorar la forma de medición de los árboles en pie.

Para la transformación primaria de la madera en rollo se empleo cuatro aserraderos de banda y un aserradero portátil marca Wood Mizer, previo al asierre se califico e identifico los principales defectos como rajaduras, podreduras, nudos y curvaturas, para esta última se realizaron cortes de saneamiento (inicio de la curvatura) para incrementar tanto la producción como la calidad de la madera.

Comúnmente en Guatemala, principalmente en las zonas de distribución de caoba se emplea la regla "Tally" para la cubicación de madera aserrada, la cual relaciona el ancho por el largo de la pieza para determinar una mediada de superficie, y luego por el por el espesor de la pieza determina los pies tablares "Tally" o de producción, sin embargo esta medida no contempla el volumen de las demasías (promedio de 5.08 centímetros adicionales en largo y 2 milímetros en el espesor que lleva cada pieza de madera aserrada). Para determinar el volumen en metros cúbicos aserrados bajo el sistema métrico decimal se determino el factor de conversión volumétrica de madera aserrada de 384.34 pies "Tally" por metro cúbico, es te valor es el resultado de la comparación llevada a cabo entre los pies reportados por la regla "Tally" y el equivalente en metros cúbicos debidamente medidos en metros.

Por la anterior el volumen de madera aserrada se realizo la división del volumen aserrado en bruto y en volumen aserrado comercial, comparando estas dos volumetrías se tiene una diferencia del 9.35 por ciento de más del volumen bruto, dado que en este se considera principalmente la demasia (dos 5.08 centímetros adicionales

en el largo, 2 milímetros adicionales en el espesor de las piezas). Al final de este proceso se obtuvo un valor del 47.68 % con respecto al volumen apeado.



(F. W Martínez)

100%



(F. J Madrid)

78.95%



(F. G. Trujillo)

47.68%

Figura No. 16. Esquematización de los porcentajes de pérdida de volumen de madera desde el apeo de los árboles hasta el aserrío.

12 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL BOSQUE E INDUSTRIA

12.1 Ordenamiento y sistematización de la información en una base de datos simple.

Toda la información obtenida de los árboles seleccionados tanto en el bosque como en la industria se ordena en una base de datos de acuerdo a la tabla que se presenta a continuación.

Dap: Diámetro a 1. 30 m del suelo medido en cm cuando el árbol está en pie. Como se indicó anteriormente esta es la definición convencional del dap; en la práctica el técnico decampo empleo criterio técnico considerando las características morfológicas del árbol.

HC: altura comercial calculada hasta la base de la copa, medida en metros cuando el árbol está en pie.

Volumen en rollo en pie (POA): es el volumen de madera total estimado para el árbol en pie y calculado a partir del dap, la HC. El volumen se expresa en m³, este fue determinado a la hora de la realización del plan operativo anual.

Volumen apeado (AP): es el volumen total (m³) de madera que tiene el árbol que ha sido cortado, antes de ser trozado y trasladado a la industria.

Volumen transportado (TR): es el volumen (m³) de las trozas que pasan a la industria.

Volumen aserrado bruto (VAb): es todo el volumen (m³) en donde sí se considera la demasia de madera aserrada que se obtiene de las trozas del árbol que ingresa a la industria.

Volumen aserrado (VA): es todo el volumen comercial (m³) de madera aserrada que se obtiene de las trozas del árbol que ingresa a la industria.

Volumen clasificado: es el volumen de madera aserrada por calidades según la NHLA.

12.2 Determinación de los grados de clasificación de la madera aserrada según las reglas de la NHLA

Cuadro No. 5 Grado de calidad

Grado de calidad	Aserrado (VA/m3)	Porcentaje
Fas	138.83	26.22
Selecta	190.93	36.06
Común uno	57.77	10.91
Común dos	34.18	6.46
Común tres A	31.75	6.00
Común tres B	30.74	5.81
Corto Común I	25.79	4.87
Corto Común II	19.52	3.69
Total	529.51	100.00

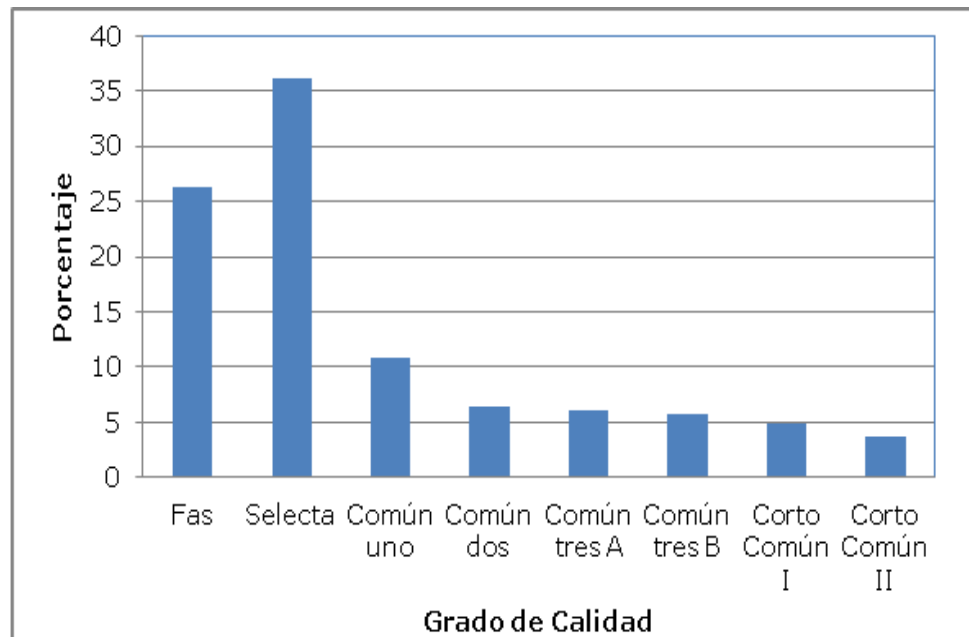


Gráfico No. 2. Clasificación de madera aserrada según grados de calidad de la NHLA.

El proceso de clasificación de la madera aserrada fue llevado a cabo siguiendo las reglas de medición e inspección de maderas duras de la National Hardwood Lumber Association (N.H.L.A), en donde el primer paso de la clasificación se dio en el aserrío primario ya que se conjuga la experiencia del aserrador, la destreza del desorillador y despuntador obteniendo con ello la

optimización de la piezas aserradas. En el proceso se clasifico un total de 19,553 piezas de madera aserrada.

Los principales grados de calidad son FAS (First And Seconds) y selecta con porcentajes de rendimiento promedio de 26.22 y 36.06 por ciento respectivamente; estos dos grados de calidad comúnmente en Guatemala se conocen como selecta a mejor, unificando estos se tiene un rendimiento 62.28 por ciento.

El porcentaje de madera corta alcanza un valor del 8.56% divididos en cortos agrupados en cortos de común I y II que de manera general en el medio se conocen como corto de primera y segunda. La producción de madera corta se da en función de:

Cuando se realizan los primeros cortes en la troza cuando se esta escuadrando

Generalmente en la primera troza cuando esta presenta gambas.

Al momento de la identificación de los defectos presentes en las trozas

Cuando se realizan cortes para sanear las tablas a causa de nudos, rajaduras, manchas, podreduras y albura en las tablas.

Para mejorar el grado de calidad de la madera aserrada.

En el proceso de aserrío de madera comercial se obtuvo un total de 14,101 piezas de madera larga y 5,452 piezas de madera corta, estableciendo una relación, por cada pieza larga se produce 0.39 piezas de madera corta.

13 ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y ELABORACIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN DE MADERAASERRADA Y CLASIFICADA SEGÚN LAS NORMAS DE MEDICÓN E INSPECCIÓN DE LA NHLA PARA LA ESPECIE DE CAOBA A PARTIR DEL DAP

El análisis de regresión estadística reduce los márgenes de error en los cálculos para establecer una relación entre una variable cuantitativa llamada variable dependiente(en este caso volumen aserrado) y una o más variables independientes, llamadas predictoras (en este caso el DAP). El análisis de regresión es muy útil en la elaboración de tablas de volumen, principalmente porque el volumen del árbol es una variable difícil de medir mediante los métodos convencionales. Sin embargo, éste puede ser calculado a partir de una variable fácil de medir como el DAP y su relación con el volumen usando el análisis de regresión. Este análisis se realizo mediante el uso del programa MINITAB, para lo cual es necesario: graficar la dispersión de los datos relacionados entre el DAP y el volumen de madera aserrada de caoba con la finalidad de determinar sus tendencias y seleccionar el modelo estadístico representado por una ecuación matemática que mejor se ajuste a dicha esta correlación para su posterior comprobación.

En la figura siguiente se presentan los niveles de dispersión de los volúmenes aserrados, clasificados según las reglas de la NHLA para los 241 árboles utilizados como muestra.

13.1 MODELO DE ESTIMACIÓN DE VOLUMEN ASERRADO

$$\text{Volumen aserrado (VA)} = - 2.62 + 0.0572 \text{ DAP} - 0.000019 \text{ DAP}^2$$

Donde:

DAP= Diámetro a la altura del pecho (cm)

La discriminación para la elección de la ecuación matemática fue de acuerdo con los parámetros R² y otros los cuales se describen a continuación:

Resumen del modelo:

$$S = 0.830576 \quad R\text{-cuad.} = 64.3\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 63.9\%$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-2.6231	0.8885	-2.95	0.003
DAP (cm)	0.05722	0.01931	2.96	0.003
DAP ²	-0.0000189	0.0001009	-0.19	0.851

Cuadro No. 6 Análisis de varianza del modelo seleccionado

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	2	286.49	143.24	207.64	0.000000
Error residual	231	159.36	0.69		
Total	233	445.85			

La distribución de los volúmenes aserrados y clasificados por árbol de caoba a partir del dap, muestra una marcada tendencia creciente; a mayor diámetro a la altura del pecho se observa un aumento en el volumen aserrado. Este es un modelo de una sola entrada, donde sólo participa el dap en el cálculo del volumen aserrado.

Para el análisis de regresión se eligió el modelo siguiente:

$$Y = a + b \text{dap} + \text{dap}^2 \quad (\text{Mayhew, J.E. \& Newton})$$

Donde: a, b son coeficientes

Dap: diámetro a la altura del pecho

Determinación de los coeficientes de las ecuaciones a través del análisis de regresión por los mínimos cuadrados

Ecuación elaborada:

$$\text{Volumen aserrado (VA)} = - 2.62 + 0.0572 \text{ DAP} - 0.000019 \text{ DAP}^2$$

14 ANÁLISIS DE LA BONDAD DEL AJUSTE DE LA ECUACIÓN A TRAVÉS DE VALORES Y PRUEBAS (USANDO EXCEL Ó MINITAB).

Para determinar el grado de ajuste de la ecuación a los datos disponibles se utilizan los valores y pruebas siguientes:

R= Coeficiente de correlación (0.6403): permite medir el grado de asociación entre dos variables. Si este valor se acerca a 1, significa que hay un alto grado de asociación entre el dap y el volumen de madera aserrada.

R²= Coeficiente de determinación (0.6390): es una medida de la bondad del ajuste de la ecuación usada. Si se acerca a 1, significa que el dap es una buena variable para estimar el VE utilizando la ecuación seleccionada.

Considerando que el volumen de madera aserrada está influenciada por otras variables como el largo, estratos, la experiencia del aserrador, el DAP como variable única responde de manera satisfactoria para inferir la tendencia del volumen aserrado, dado a los valores establecidos en los coeficientes de correlación y determinación.

Prueba de F: permite determinar si la variable estimada con la ecuación varía indistintamente o está influenciada por la variable independiente (DAP). Si F calculado es mayor al F tabular a un 99% de confianza, demuestra que existe una alta correlación entre la variable independiente y la variable dependiente DAP versus el volumen aserrado.

Análisis de residuales, esta prueba y parámetro, permite observar algunas tendencias de los datos, (la dispersión) para decidir sobre un modelo particular, para este caso en particular la dispersión denota la poca cantidad de individuos de las clases diamétricas superiores, sin embargo considerando las poblaciones naturales de la especie en estudio en los bosques de Guatemala, en la gran mayoría de los casos el lugar donde se encontrarían árboles con dimensiones superiores a los 120 cm es dentro de la RBM y en condiciones similares a las que reporto el estudio.

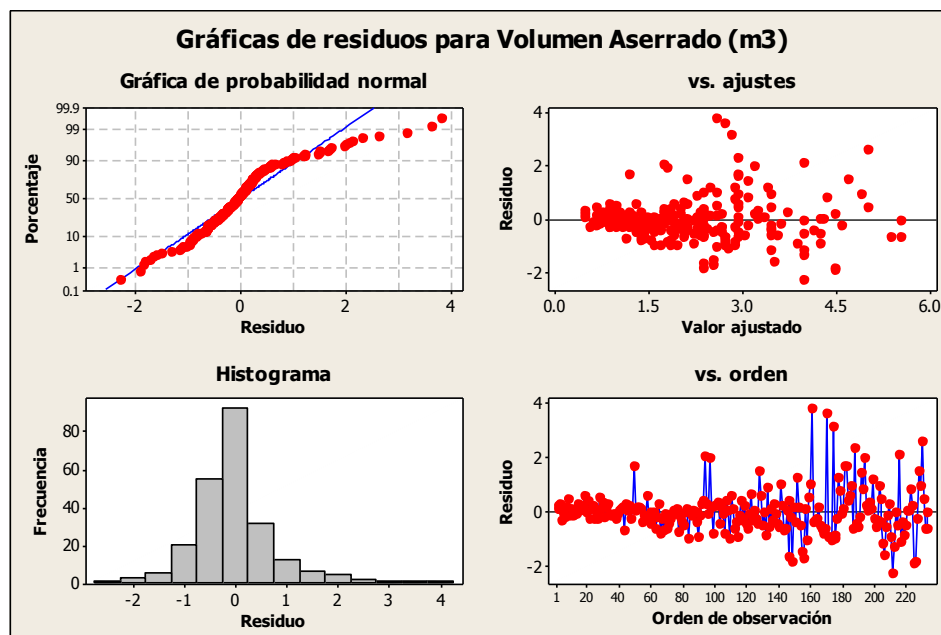


Gráfico No. 3. Grafica de residuales y ajuste de la ecuación

Cuadro No. 7. Análisis del ajuste del modelo matemático

R	R ²	F _{calc}	Dispersión de residuales
0.6403	0.6390	207.64	Buena distribución
		F. calculada al 99% 4.69	

En este análisis el **R** se acerca a 1 se puede afirmar que hay una alta correlación entre el dap y el volumen aserrado. Es decir que una variación en el dap significa un cambio proporcional en el volumen aserrado. También se observa que **R²** se acerca a 1 por lo que la ecuación determinada expresa adecuadamente la correlación entre el dap y el volumen aserrado; considerando que la F calculado es mayor al F tabular a un 99% de confianza significa que la variabilidad del volumen aserrado está fuertemente influenciada por la variabilidad del dap.

15 TABLAS DE CONVERSIÓN VOLUMÉTRICA DE MADERA EN ROLLO EN PIE A MADERA ASERRADA POR CALIDADES SEGÚN LAS REGLAS DE MEDICIÓN E INSPECCIÓN DE MADERAS DURAS -NHILA-

Cuadro No. 8. Tablas de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a madera aserrada por calidades según las reglas de medición e inspección de madera dura -NHILA-

DAP (CM)	Volumen Aserrado (M3)	GRADOS DE CALIDAD EN METROS CÚBICOS							
		Fas	Selecta	Común uno	Común dos	Común tres A	Común tres B	Corto Común I	Corto común II
55	0.469	0.123	0.169	0.051	0.030	0.028	0.027	0.023	0.017
56	0.524	0.137	0.189	0.057	0.034	0.031	0.030	0.026	0.019
57	0.579	0.152	0.209	0.063	0.037	0.035	0.034	0.028	0.021
58	0.634	0.166	0.229	0.069	0.041	0.038	0.037	0.031	0.023
59	0.689	0.181	0.248	0.075	0.044	0.041	0.040	0.034	0.025
60	0.744	0.195	0.268	0.081	0.048	0.045	0.043	0.036	0.027
61	0.799	0.209	0.288	0.087	0.052	0.048	0.046	0.039	0.029
62	0.853	0.224	0.308	0.093	0.055	0.051	0.050	0.042	0.031
63	0.908	0.238	0.327	0.099	0.059	0.054	0.053	0.044	0.034
64	0.963	0.252	0.347	0.105	0.062	0.058	0.056	0.047	0.036
65	1.018	0.267	0.367	0.111	0.066	0.061	0.059	0.050	0.038
66	1.072	0.281	0.387	0.117	0.069	0.064	0.062	0.052	0.040
67	1.127	0.296	0.406	0.123	0.073	0.068	0.065	0.055	0.042
68	1.182	0.310	0.426	0.129	0.076	0.071	0.069	0.058	0.044
69	1.236	0.324	0.446	0.135	0.080	0.074	0.072	0.060	0.046
70	1.291	0.338	0.465	0.141	0.083	0.077	0.075	0.063	0.048
71	1.345	0.353	0.485	0.147	0.087	0.081	0.078	0.066	0.050
72	1.400	0.367	0.505	0.153	0.090	0.084	0.081	0.068	0.052
73	1.454	0.381	0.524	0.159	0.094	0.087	0.084	0.071	0.054
74	1.509	0.396	0.544	0.165	0.097	0.091	0.088	0.073	0.056
75	1.563	0.410	0.564	0.171	0.101	0.094	0.091	0.076	0.058
76	1.617	0.424	0.583	0.176	0.104	0.097	0.094	0.079	0.060
77	1.672	0.438	0.603	0.182	0.108	0.100	0.097	0.081	0.062
78	1.726	0.453	0.622	0.188	0.111	0.104	0.100	0.084	0.064
79	1.780	0.467	0.642	0.194	0.115	0.107	0.103	0.087	0.066
80	1.834	0.481	0.661	0.200	0.119	0.110	0.107	0.089	0.068
81	1.889	0.495	0.681	0.206	0.122	0.113	0.110	0.092	0.070
82	1.943	0.509	0.701	0.212	0.125	0.117	0.113	0.095	0.072
83	1.997	0.524	0.720	0.218	0.129	0.120	0.116	0.097	0.074
84	2.051	0.538	0.739	0.224	0.132	0.123	0.119	0.100	0.076
85	2.105	0.552	0.759	0.230	0.136	0.126	0.122	0.103	0.078
86	2.159	0.566	0.778	0.236	0.139	0.130	0.125	0.105	0.080
87	2.213	0.580	0.798	0.241	0.143	0.133	0.129	0.108	0.082
88	2.266	0.594	0.817	0.247	0.146	0.136	0.132	0.110	0.084
89	2.320	0.608	0.837	0.253	0.150	0.139	0.135	0.113	0.086
90	2.374	0.622	0.856	0.259	0.153	0.142	0.138	0.116	0.088

DAP (CM)	Volumen		GRADOS DE CALIDAD EN METROS CÚBICOS						
	Aserrado (M3)	Fas	Selecta	Común uno	Común dos	Común tres A	Común tres B	Corto Común I	Corto común II
91	2.428	0.637	0.875	0.265	0.157	0.146	0.141	0.118	0.090
92	2.482	0.651	0.895	0.271	0.160	0.149	0.144	0.121	0.092
93	2.535	0.665	0.914	0.277	0.164	0.152	0.147	0.123	0.094
94	2.589	0.679	0.934	0.282	0.167	0.155	0.150	0.126	0.096
95	2.643	0.693	0.953	0.288	0.171	0.159	0.154	0.129	0.098
96	2.696	0.707	0.972	0.294	0.174	0.162	0.157	0.131	0.099
97	2.750	0.721	0.992	0.300	0.178	0.165	0.160	0.134	0.101
98	2.803	0.735	1.011	0.306	0.181	0.168	0.163	0.137	0.103
99	2.857	0.749	1.030	0.312	0.185	0.171	0.166	0.139	0.105
100	2.910	0.763	1.049	0.317	0.188	0.175	0.169	0.142	0.107
101	2.963	0.777	1.069	0.323	0.191	0.178	0.172	0.144	0.109
102	3.017	0.791	1.088	0.329	0.195	0.181	0.175	0.147	0.111
103	3.070	0.805	1.107	0.335	0.198	0.184	0.178	0.150	0.113
104	3.123	0.819	1.126	0.341	0.202	0.187	0.181	0.152	0.115
105	3.177	0.833	1.145	0.347	0.205	0.191	0.185	0.155	0.117
106	3.230	0.847	1.165	0.352	0.209	0.194	0.188	0.157	0.119
107	3.283	0.861	1.184	0.358	0.212	0.197	0.191	0.160	0.121
108	3.336	0.875	1.203	0.364	0.216	0.200	0.194	0.162	0.123
109	3.389	0.889	1.222	0.370	0.219	0.203	0.197	0.165	0.125
110	3.442	0.903	1.241	0.376	0.222	0.207	0.200	0.168	0.127
111	3.495	0.916	1.260	0.381	0.226	0.210	0.203	0.170	0.129
112	3.548	0.930	1.279	0.387	0.229	0.213	0.206	0.173	0.131
113	3.601	0.944	1.299	0.393	0.233	0.216	0.209	0.175	0.133
114	3.654	0.958	1.318	0.399	0.236	0.219	0.212	0.178	0.135
115	3.707	0.972	1.337	0.404	0.239	0.222	0.215	0.181	0.137
116	3.760	0.986	1.356	0.410	0.243	0.226	0.218	0.183	0.139
117	3.812	1.000	1.375	0.416	0.246	0.229	0.221	0.186	0.141
118	3.865	1.013	1.394	0.422	0.250	0.232	0.225	0.188	0.143
119	3.918	1.027	1.413	0.427	0.253	0.235	0.228	0.191	0.145
120	3.970	1.041	1.432	0.433	0.256	0.238	0.231	0.193	0.147
121	4.023	1.055	1.451	0.439	0.260	0.241	0.234	0.196	0.148
122	4.076	1.069	1.470	0.445	0.263	0.245	0.237	0.198	0.150
123	4.128	1.082	1.489	0.450	0.267	0.248	0.240	0.201	0.152
124	4.181	1.096	1.508	0.456	0.270	0.251	0.243	0.204	0.154
125	4.233	1.110	1.526	0.462	0.273	0.254	0.246	0.206	0.156
126	4.286	1.124	1.545	0.468	0.277	0.257	0.249	0.209	0.158
127	4.338	1.137	1.564	0.473	0.280	0.260	0.252	0.211	0.160
128	4.390	1.151	1.583	0.479	0.284	0.263	0.255	0.214	0.162
129	4.443	1.165	1.602	0.485	0.287	0.267	0.258	0.216	0.164
130	4.495	1.179	1.621	0.490	0.290	0.270	0.261	0.219	0.166
131	4.547	1.192	1.640	0.496	0.294	0.273	0.264	0.221	0.168
132	4.599	1.206	1.659	0.502	0.297	0.276	0.267	0.224	0.170
133	4.652	1.220	1.677	0.507	0.300	0.279	0.270	0.227	0.172
134	4.704	1.233	1.696	0.513	0.304	0.282	0.273	0.229	0.174
135	4.756	1.247	1.715	0.519	0.307	0.285	0.276	0.232	0.175
136	4.808	1.261	1.734	0.525	0.311	0.288	0.279	0.234	0.177
137	4.860	1.274	1.752	0.530	0.314	0.292	0.282	0.237	0.179
138	4.912	1.288	1.771	0.536	0.317	0.295	0.285	0.239	0.181
139	4.964	1.301	1.790	0.542	0.321	0.298	0.288	0.242	0.183
140	5.016	1.315	1.809	0.547	0.324	0.301	0.291	0.244	0.185
141	5.067	1.329	1.827	0.553	0.327	0.304	0.294	0.247	0.187
142	5.119	1.342	1.846	0.559	0.331	0.307	0.297	0.249	0.189
143	5.171	1.356	1.865	0.564	0.334	0.310	0.300	0.252	0.191
144	5.223	1.369	1.883	0.570	0.337	0.313	0.303	0.254	0.193
145	5.275	1.383	1.902	0.575	0.341	0.316	0.306	0.257	0.195
146	5.326	1.397	1.921	0.581	0.344	0.320	0.309	0.259	0.197
147	5.378	1.410	1.939	0.587	0.347	0.323	0.312	0.262	0.198
148	5.429	1.424	1.958	0.592	0.351	0.326	0.315	0.264	0.200
149	5.481	1.437	1.976	0.598	0.354	0.329	0.318	0.267	0.202
150	5.533	1.451	1.995	0.604	0.357	0.332	0.321	0.269	0.204

16 ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE RAMAS

Dentro de la aprobación de los planes operativos anuales, se autoriza un volumen de ramas tipificado como leña el cual equivale aún treinta porciento adicional al volumen comercial. Para la cadena de custodia de este material se llevo a cabo siguiendo lo definido en el acápite 9 de este documento.

Cuadro No. 9. Comparación volumétrica de madera de ramas autorizada versus madera aserrada

Valores		Volumen (m ³)				Porcentaje (%)			
		POA	Transportado (TR)	Aserrado bruto (VAb)	Aserrado (VA)	POA	Transportado (TR)	Aserrado bruto (VAb)	Aserrado (VA)
Volumen (m ³)		365.05	114.71	62.37	56.53				
POA	365.05	0.00	250.34	302.68	308.52	100.00	31.42	17.08	15.49
Transportado (TR)	114.71	-250.34	0.00	52.34	58.18	318.24	100.00	54.37	49.28

Para el análisis de la volumetría de las ramas únicamente se tomaron en cuenta aquellas unidades de manejo que transportaron madera de ramas y puntas en rollo hacia los patios de los aserraderos. El volumen de POA que figura en el cuadro anterior representa el treinta por ciento de la volumetría autorizada por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, sin embargo de esta cantidad, se transporto (TR) 114.71 metros cúbicos de madera en rollo, lo que representa un 31.42 por ciento del volumen autorizado. El porcentaje del volumen de ramas tipificado en las licencias de aprovechamiento como leña que efectivamente se extrae en rollo es de 11.868% con respecto al volumen comercial (troza) autorizado.

Una de las situaciones que enfrentan los comercializadores de la madera de caoba (*Swieteniamacrophylla*) es el porcentaje de rendimiento que se aplica a la transformación de madera en rollo a aserrada, para el trámite del certificado CITES, el valor que actualmente se aplica es del 30%; sin embargo los resultados obtenidos en el estudio a la hora de comparar la relación entre el volumen de madera transportado (TR) y el volumen de madera aserrada (VA) tiene un porcentaje de rendimiento comercial promedio del 49.28% superior al que en la actualidad se está manejando.

Cuadro No. 10. Características de la volumetría de ramas procesadas

	Mínimo	Máximo	Medio
Diámetro (cm)	15.24	102	39.77
Largo (m)	0.82	8.79	3.71
Volumen (m ³)	0.06	2.84	0.62

Se procesaron un total de 187 ramas en rollo, las cuales tuvieron las características en cuanto a los diámetros mínimo, máximo y medio de 15.24, 102 y 39.77 centímetros respectivamente. En cuanto al largo los valores mínimos, máximos y medios fueron de 0.82, 8.79 y 3.71 metros. Para el caso del volumen se ingresaron a la rampa un volumen mínimo, máximo y medio de 0.06, 2.84 y 0.62 metros cúbicos respectivamente.

La variabilidad de las dimensiones de las ramas está en función de la envergadura de los árboles y del sitio. La extracción de las mismas depende de la habilidad de los motosierristas para realizar los cortes de saneamiento y con ello poder reducir los costos de extracción de las mismas en cuanto al arrastre.

16.1 Aserrío de la madera de ramas

Para el aserrío de las ramas se llevo a cabo siguiendo los procedimientos de cadena de custodia descritos en el acápite 10.

Cuadro No. 11. Grado de calidad de ramas

Grado de calidad	Metroscúbicos	Porcentaje
Fas	2.921	5.17
Selecta	11.973	21.18
Común uno	8.488	15.01
Común dos	5.588	9.89
Común tres A	6.131	10.85
Común tres B	3.751	6.64
Corto Común II	10.397	18.39
Corto Común III	7.283	12.88
Total	56.533	100.00

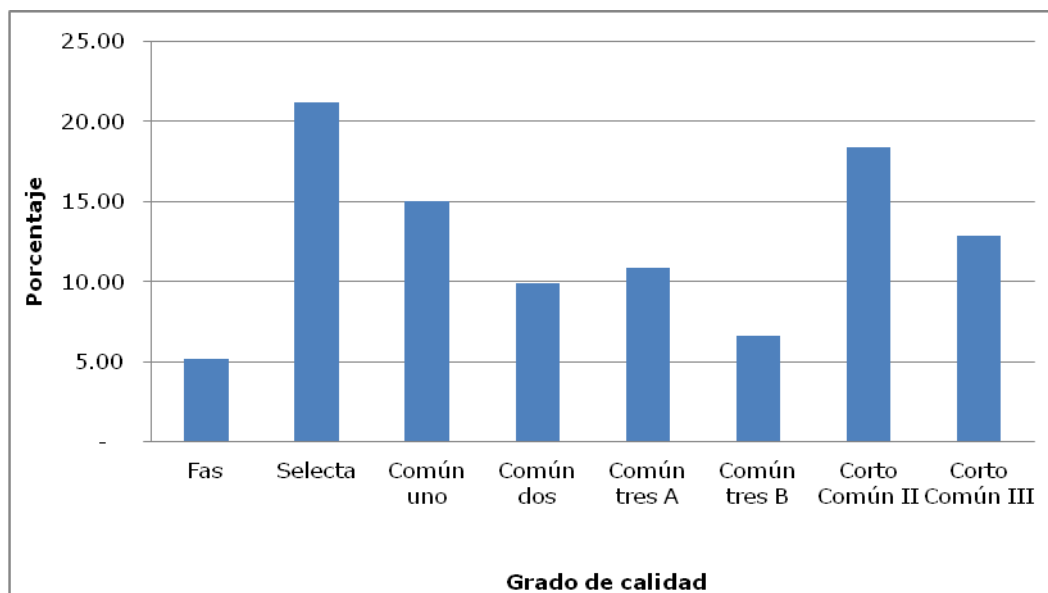


Gráfico No. 4 Clasificación de madera aserrada de ramas según grados de calidad de la NHLA.

El proceso de clasificación de la madera aserrada fue llevado a cabo siguiendo las reglas de medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation (N.H.L.A).

El porcentaje de madera de cortas dimensiones alcanza un valor de 31.27% en comparación al 8.56% de la madera comercial y de las mismas dimensiones. Comúnmente en el medio se tiene la percepción de que la made

ra aserrada proveniente de las ramas son en su totalidad de dimensiones cortas sin embargo durante el proceso de aserrío se obtuvo que el 68.73% representa madera de dimensiones mayores a 1.80 metros de largo.

En cuanto a la clasificación de esta madera se obtuvo un valor para las calidades FAS y Selecta de 5.17 y 21.18 por ciento respectivamente, en el medio a esta madera conocida como selecta a mejor alcanza un 26.35 por ciento con respecto al volumen de madera aserrada de ramas. En cuanto a la madera clasificada entre las categorías de los comunes tenemos un 42.39 por ciento, las cuales tienen dimensiones mayores a 1.80 metros que generalmente es llamada madera larga.

Se obtuvo una cantidad de 4,993 piezas de madera aserrada, de las cuales 2,005 correspondieron a madera larga y 2,988 a madera de dimensiones cortas, estableciendo una relación, por cada pieza de madera larga se produce 1.49 piezas cortas de la volumetría de rama.

16.2 Relación volumen comercial y volumen de ramas

En la actualidad en el país la autorización de los rendimientos de la madera aserrada con fines de exportación, hace la separación del volumen comercial y el volumen de ramas, el primero es respaldado por un estudio rendimiento y avalado por una resolución emitida por el Instituto Nacional de Bosques –INAB- donde se establece el porcentaje de rendimiento aplicable tanto a al mercado nacional e internacional. Por el otro lado el volumen de ramas a la hora de la exportación para los tramites del certificado CITES, se aplica es del 30% de rendimiento. Con fines de determinar la relación existente entre la volumetría comercial y la de ramas, se agrupo los volúmenes de rollo transportados tanto de troza comercial (964.92 m³) como de ramas (114.71 m³) en una volumetría total equivalente a 1,079.63 m³ de madera en rollo, una vez procesada bajo los rendimientos descritos en los acápite anteriores se obtuvo un volumen aserrado comercial (VA) de 586.04 m³; estableciendo una relación de rendimiento comercial de 54.28%, por lo que no se debería hacer separación de rendimientos entre el volumen comercial y el de ramas

17 CONCLUSIONES

1. La volumetría de madera en rollo o troza comercial que llega a los aserraderos representa el 78.95% del volumen apeado.
2. En el marco del aprovechamiento y/o extracción en términos generales, se tiene un sobre volumen del 0.37% que no supera el 10% de lo establecido en artículo 40 del Reglamento de la Ley.
3. El factor de conversión volumétrica de madera aserrada en metros cúbicos es de 384.34 pies "Tally" por metro cúbico.
4. El volumen aserrado se divide en volumen aserrado bruto y en volumen aserrado comercial, con una diferencia del 9.35 por ciento de más del volumen bruto, dado que en este se considera principalmente la demasía (5.08 centímetros adicionales en el largo, 2 milímetros adicionales en el espesor de las piezas).
5. La volumetría que se procesa de madera en rollo que llega del bosque y se transforma a madera aserrada corresponde al 47.68% con respecto al volumen apeado.
6. El rendimiento existente entre el volumen ingresado a la industria y los volúmenes aserrados en bruto (VAb) y comercial (VA) es de 60.62 y 54.88 por ciento respectivamente.
7. La diferencia de rendimientos entre los volúmenes aserrados bruto y comercial es de 5.74 por ciento, esta diferencia se por la consideración de las demasías en largo, ancho y espesor de las piezas de madera aserrada.
8. Los porcentajes de las calidades de maderas reportadas en el estudio siguiendo las reglas de medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation (N.H.L.A), a partir de troza comercial de la especie de caoba son: FAS (26.22%), selecta (36.06%), común uno (10.91%), común dos (6.46%), común tres A (6.00%), común tres B (5.81%), corto común I (4.87%) y corto común II (3.69%).
9. El porcentaje de madera aserrada menor a 1.80 metros de longitud (cortos) producidos a partir de trozas comerciales es de 8.56%, estableciendo una relación de producción de 0.39 piezas de madera corta por cada pieza de madera larga.
10. La ecuación matemática seleccionada para la estimación del Volumen aserrado (VA) es: $-2.62 + 0.0572 \text{ DAP} - 0.000019 \text{ DAP}^2$ la cual presentó un coeficiente de correlación de 0.6403 y un coeficiente de determinación 0.6390.
11. El porcentaje del volumen de ramas tipificado en las licencias de aprovechamiento como leña que efectivamente se extrae en rollo es de 11.868% con respecto al volumen comercial (troza) autorizado.
12. La relación entre los volumen de madera de ramas, transportado (TR) y el volumen de madera aserrada comercial (VA) tiene un porcentaje de rendimiento

comercial promedio del 49.28% superior al 30% que en la actualidad se esta manejando.

13. Los porcentajes de las calidades de maderas reportadas en el estudio siguiendo las reglas de medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation (N.H.L.A), a partir de volumen de ramas de la especie de caoba son: FAS (5.17%), selecta (21.18%), común uno (15.01%), común dos (9.89%), común tres A (10.85%), común tres B (6.64%), corto común I (18.39%) y corto común II (12.88%)
14. El porcentaje de madera aserrada menor a 1.80 metros de longitud (cortos) producidos a partir de volumen de ramas es de 31.27%, estableciendo una relación de producción de 1.49 piezas de madera corta por cada pieza de madera larga.
15. La relación de rendimiento comercial agrupando volumen de troza y de ramas en de 54.28%, por lo que no se debería hacer separación de rendimientos entre el volumen comercial y el de ramas.

18 RECOMENDACIONES

1. Cuando se utilice la regla "Tally" para la cubicación, el factor de conversión es 384.34 pies "Tally" o de producción por metro cúbico de madera aserrada.
2. Emplear la ecuación matemática $-2.62 + 0.0572 \text{ DAP} - 0.000019 \text{ DAP}^2$ la estimación del Volumen aserrado (VA) a partir del diámetro a la altura del pecho (DAP).
3. Utilizar el estudio de rendimiento de las empresas sin hacer separación de los volúmenes comerciales y de rama.
4. Los porcentajes de las calidades según las reglas de medición e inspección de maderas duras de la NationalHardwoodLumberAssociation (N.H.L.A) no deberían convertirse en un límite para la comercialización de la madera aserrada, dado que estos vienen a fortalecer la planificación financiera a nivel comunitario y a nivel gubernamental a apoyar el control administrativo de los aserraderos y con ello reducir la ilegalidad mediante el lavado de madera.

19 BIBLIOGRAFÍA

1. BENÍTEZ RAMOS, R; MONTESINOS LAGOS, J. 1988. Catalogo de cienespeciesforestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras. ACDI/COHDEFOR/ESNACIFOR216 p.
2. BRWON N. C; BETHEL J. 1973. La industriaMadera. Sexta reimpresión. México. Limusa. 397 pg.
3. CARRERA GAMBETA, F.1993 rendimientos y costos de lasoperacionesiniciales de manejo enun Bosque primario de la zona Atlántida. TesisMsc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba Costa Rica. 91 pg.
4. CARRERA, F; PINELO, G;1995. Prácticamejoradas para aprovechamientosforestales de bajo impacto. Turrialba, Costa Rica. CATIE/CONAP. Colección manejo Forestalenla Reserva de Biosfera Maya. 60 pg.
5. CONAP, 1996. Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya. Petén, Guatemala. Publicación No. 2Proyecto CATIE/CONAP. Turrialba, C.R. Colección Manejo Forestalenla Reserva de la Biosfera Maya, 39p.
6. CRUZ S., J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, basadoenel sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. CRUZ, J. 1998. Evaluación de Rendimiento comercial, enelproceso de aserrío industrial de maderaaenrollo, de lacaoba (*Swieteniamacrophylla*), extraída de launidad de manejo RíoChanchich. Petén. Investigación Inferencial EPS. IngenieríaForestal. Huehuetenango, Guatemala. CUNOROC – USAC.
8. CRUZ, J., MORALES, R. 1991. Determinación de laspérdidasenelaserrío con motosierra. Centro Universitario de Petén, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala C. A.9 p.
9. Cooperativa Carmelita, 2008. Plan General De Manejo, Unidad de Manejo “Carmelita”, San Andrés, Petén, Guatemala.
10. DUBON BARDALES, P.1996. Evaluación comparativa entre el sistema de aserrío manual tradicional con sierra de viento y elaserrío con motosierraenla costa norte de honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C. R. 123 p.
11. FORESCOM, 2010. ActualizacióndelPlan General De Manejo, Unidad de Manejo “Afisap”, San Andrés Petén, Petén, Guatemala.
12. ESPINOSA RODRÍGUEZ H.1996. Rendimientos e impactos de las intervenciones silviculturalesenun bosque nuboso: Estudio de caso Villa Mills Talamanca – Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C. R. 105 p.

13. FERREIRA ROJAS, O. 1994. Manual de inventarios forestales 2da. Ed. Siguatepeque, Honduras. ESNACIFOR 97 p.
14. FUNDACIÓN NATURALEZA PARA LA VIDA, 2000. Plan General De Manejo, Unidad de Manejo "RíoChanchich", Melchor de Mencos, Petén, Guatemala. NPV 105 p.
15. FUNDACIÓN NATURALEZA PARA LA VIDA, 2000. Plan General De Manejo, Unidad de Manejo "Chosquitán", Melchor de Mencos, Petén, Guatemala. NPV.
16. FUNDACIÓN NATURALEZA PARA LA VIDA, 2000. Plan General De Manejo, Unidad de Manejo "La Unión", Melchor de Mencos, Petén, Guatemala. NPV 105 p.
17. HOIL, J., ECHEVERRIA, G. Estudio preliminar sobre el rendimiento de maderamiento. Guatemala, C. A. Consejo nacional de Áreas Protegidas. 16 p.
18. KOMMETTER R.etal. 2007 Metodología para elaborar tablas nacionales de conversión volumétrica de maderamiento en pie a maderamiento aserrado de exportación. 32 pg.
19. MANZANERO, M.1998. Evaluación de los efectos causados por el aprovechamiento forestal en un bosque de la concesión forestal, Carmelita, San Andrés, Petén. Investigación Inferencial EPS, Ingeniería Forestal. Guatemala, CUNOROC – USAC. 104 p.
20. MARTÍNEZ GÓMEZ. W. A2002 EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DE ASERRÍO DE TRES ESPECIES MADERABLES, UNIDAD DE MANEJO RÍO CHANCHICH, RESERVA DE BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA. Tesis Ingeniería Forestal. Huehuetenango, Guatemala. CUNOROC – USAC.
21. MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS. 1989. Norma para la comercialización de maderamiento. Departamento de desarrollo industrial, Dirección General Forestal. Costa Rica. 15 p.
22. NHLA. 1999. Maderas duras y el código de ventas de maderas duras nacionales. Estados Unidos. 56 pg.
23. PENNINGTON, T; SARUKHAN, J. s.f. Árboles tropicales de México. México. FAO/UNDP/INIF. 415 p.
24. PINELO, G., PEREZ, D. 1994. Informe preliminar sobre rendimiento de aserrío de trozas (aserradero "Buenos Aires", La Libertad, Petén). Petén, Guatemala. CATIE/RENAREM. 6p.
25. PINELO, G., PEREZ, D.; 1997. Informe sobre rendimiento de maderamiento. Guatemala. Proyecto CATIE/ CONAP. 4 p.
26. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1990. Reglamento de la Ley de áreas protegidas, Acuerdo gubernativo 759-90 del Palacio Nacional de Guatemala.

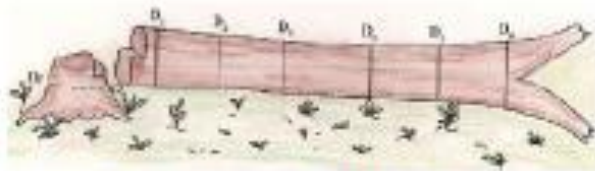
27. PROYECTO CATIE/CONAP. 1999. Informe Final del Curso; Control de calidad, medición e inspección de maderas duras según reglas de la National Hardwood Lumber Association N.H.L.A. Flores, Petén. Guatemala. pi.
28. PROYECTO MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES. 1998. Selección de especies maderables promisorias y determinación del potencial del recurso forestal en Petén. Guatemala. GTZ. 80 Pg.
29. SEGEPLAN/UNEPT 1992. Plan de desarrollo Integrado del Petén. Diagnostico general del Petén. Santa Elena Petén, Guatemala V1.
30. THE NATURE CONSERVANCY. 1993 Evaluación Ecológica Rápida en la Reserva de la Biosfera maya. Guatemala. CONAP, USAID. 350 p.
31. TUSET R; DURAN F. 1965 Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur.

Anexo 1. Boleta de campo



Boleta de control Tablas nacionales de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a madera aserrada

CUADRANTE	No. De árbol	Fecha de Tumba	Unidad de Manejo	DAP	Altura	M3 en Pie	Código



CONTROL DE CUBICACIÓN EN SITIO DE TUMBA Longitud Total _____ DAP _____

Tocón

Diámetro en la base del tocón	Diámetro a la altura de corte del tocón	Diámetro de tocón	altura de tocón

Fuste

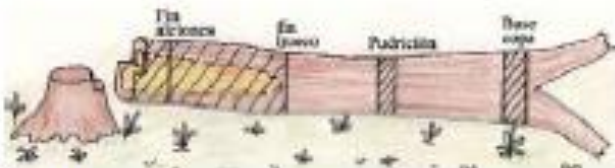
0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10

Ramas

Rama 1 Código				Rama 2 Código				Rama 3 Código			
Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3	Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3	Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3

CODIGO: NUMERO DE ARBOL + RAMA (A5-R1)

MADERA DEJADA EN SITIO DE TUMBA



Sección 1 Tipo de daño				Sección 2 Tipo de daño				Sección 3 Tipo de daño			
Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3	Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3	Diámetro 1	Diámetro 2	Largo	M3

Tipo de daño (podredura, acocoyadas)

Boleta de control tablas nacionales de conversión volumétrica de madera en rollo en pie a madera aserrada

FECHA CORRELATIVO UM TALLY DE PRODUCCION



CUADRANTE NUMERO DE ARBOL SECCION Ó TROZA

DATOS DE TROZAS				DEFECTOS			
Número de troza <input type="text"/>				RAJADURA <input type="checkbox"/>	NUDOS AL MEDIO <input type="checkbox"/>	NUDOS A UN TERCIO <input type="checkbox"/>	
DIAMETRO 1 <input type="text"/>	DIAMETRO 2 <input type="text"/>	LARGO <input type="text"/>	M3 <input type="text"/>	PODREDURA <input type="checkbox"/>	NUDOS EXTREMOS <input type="checkbox"/>	FORCIDA <input type="checkbox"/>	
				MANCHADAS <input type="checkbox"/>	OTROS (ESPECIFIQUE) <input type="text"/>		

	LARGOS										CORTOS										
	arc	4/4	5/4	6/4	8/4	10/4	12/4	16/4	PZ	PT	arc	4/4	5/4	6/4	8/4	10/4	12/4	16/4	PZ	PT	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

Grosor	LARGOS		CORTOS	
	PIEZAS	PIES TABLARES	PIEZAS	PIES TABLARES
4/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
12/4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Anexo 2. Boleta de control de producción

UM	Cua	Arbol	DAP	POA	Apeado	Tocón	Sanea en sitio de tumba	Transportado	Aserrado	Fas	Selecta	Común uno	Común dos	Común tres A	Común tres B	Corto común I	Corto común II
CARMELITA	UNICO	102	70	2.54	3.71	0.07	-	1.66	0.84	0.37	0.07	0.13	0.11	0.05	0.04	0.04	0.03
CARMELITA	UNICO	111	65	2.20	2.50	0.07	-	2.16	0.88	0.34	0.06	0.17	0.07	0.01	0.05	0.13	0.04
CARMELITA	UNICO	113	58	2.10	2.39	0.02	-	1.58	0.43	0.05	0.06	0.12	0.10	0.06	0.02	0.02	0.00
CARMELITA	UNICO	131	72	2.69	3.38	0.09	-	1.84	0.71	0.29	0.06	0.08	0.11	0.08	0.07	0.07	0.00
CARMELITA	UNICO	135	77	1.13	3.20	0.10	-	1.51	0.72	0.47	0.05	0.12	0.12	0.12	0.01	0.01	0.01
CARMELITA	UNICO	142	90	3.34	4.66	0.16	-	3.56	2.16	0.77	0.30	0.29	0.17	0.20	0.34	0.06	0.04
CARMELITA	UNICO	145	68	2.64	3.04	0.03	-	3.12	1.36	0.60	0.12	0.10	0.31	0.04	0.12	0.07	0.01
CARMELITA	UNICO	146	73	3.03	2.52	0.04	-	2.25	1.35	0.32	0.26	0.30	0.27	0.06	0.09	0.02	0.03
CARMELITA	UNICO	153	59	1.82	2.55	0.05	-	1.66	0.80	0.26	0.10	0.14	0.11	0.11	0.03	0.04	0.01
CARMELITA	UNICO	162	66	2.05	3.22	0.04	-	2.24	1.13	0.52	0.14	0.17	0.10	0.09	0.01	0.07	0.03
CARMELITA	UNICO	163	55	1.90	2.30	0.02	-	1.78	0.71	0.29	0.05	0.06	0.08	0.18	0.01	0.01	0.03
CARMELITA	UNICO	166	75	2.05	1.70	0.12	-	1.18	0.59	0.25	0.14	0.08	0.01	0.01	0.08	0.08	0.03
CARMELITA	UNICO	194	58	1.76	2.97	0.04	-	1.56	0.79	0.29	0.10	0.14	0.13	0.03	0.06	0.04	0.01
CARMELITA	UNICO	221	72	3.21	4.37	0.04	-	2.32	1.32	0.78	0.10	0.20	0.18	0.03	0.03	0.03	0.01
CARMELITA	UNICO	225	71	2.87	4.02	0.02	-	2.97	1.63	0.79	0.24	0.20	0.20	0.07	0.09	0.04	0.04
CARMELITA	UNICO	234	73	2.76	4.66	0.06	-	3	1.57	0.92	0.01	0.21	0.14	0.17	0.04	0.05	0.03
CARMELITA	UNICO	235	70	2.29	3.07	0.05	-	1.97	1.26	0.77	0.03	0.20	0.11	0.10	0.03	0.02	0.02
CARMELITA	UNICO	251	72	3.21	1.91	0.15	-	1.64	0.75	0.09	0.14	0.16	0.10	0.07	0.07	0.05	0.08
CARMELITA	UNICO	261	71	3.13	2.06	0.03	-	1.14	0.55	0.16	0.14	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.01
CARMELITA	UNICO	301	90	5.40	3.35	0.04	-	0.87	0.52	0.20	0.13	0.12	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
CARMELITA	UNICO	307	55	2.21	1.76	0.02	-	1.72	0.79	0.28	0.10	0.20	0.05	0.12	0.01	0.01	0.01
CARMELITA	UNICO	310	95	4.64	4.37	0.10	-	3.84	2.15	1.35	0.15	0.24	0.22	0.03	0.04	0.10	0.02
CARMELITA	UNICO	328	83	3.55	5.12	0.05	-	4.9	2.22	1.25	0.25	0.32	0.28	0.08	0.04	0.01	0.01
CARMELITA	UNICO	387	58	1.93	2.29	0.02	-	1.96	1.08	0.51	0.22	0.20	0.03	0.02	0.09	0.01	0.01
CARMELITA	UNICO	400	59	2.18	2.69	0.03	-	1.31	0.56	0.35	0.01	0.14	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03
CARMELITA	UNICO	418	58	1.76	1.07	0.00	-	0.9	0.50	0.16	0.13	0.13	0.01	0.03	0.04	0.04	0.04
CARMELITA	UNICO	422	87	2.33	2.38	0.05	-	2.6	1.33	0.81	0.17	0.21	0.03	0.07	0.04	0.04	0.04
CARMELITA	UNICO	426	96	4.73	5.32	0.06	-	4.17	1.74	0.77	0.13	0.37	0.19	0.11	0.04	0.11	0.01
CARMELITA	UNICO	437	93	4.01	4.34	0.09	-	2.11	0.82	0.63	0.08	0.05	0.01	0.00	0.00	0.05	0.05
CARMELITA	UNICO	452	72	3.21	3.57	0.05	-	1.41	0.93	0.50	0.06	0.11	0.08	0.11	0.02	0.04	0.01
CARMELITA	UNICO	462	80	2.98	4.30	0.05	-	2.03	0.87	0.17	0.22	0.12	0.05	0.03	0.23	0.09	0.09
CARMELITA	UNICO	464	70	2.29	2.87	0.04	-	1.91	1.15	0.75	0.02	0.18	0.11	0.02	0.05	0.00	0.00
CARMELITA	UNICO	507	81	3.72	4.57	0.07	-	2.97	1.54	0.77	0.09	0.30	0.13	0.17	0.05	0.03	0.03
CARMELITA	UNICO	561	69	2.96	3.77	0.05	-	2.63	1.35	0.60	0.06	0.32	0.23	0.02	0.07	0.04	0.04
CARMELITA	UNICO	563	78	3.14	4.45	0.21	-	3.23	2.01	1.19	0.29	0.25	0.20	0.02	0.05	0.00	0.00