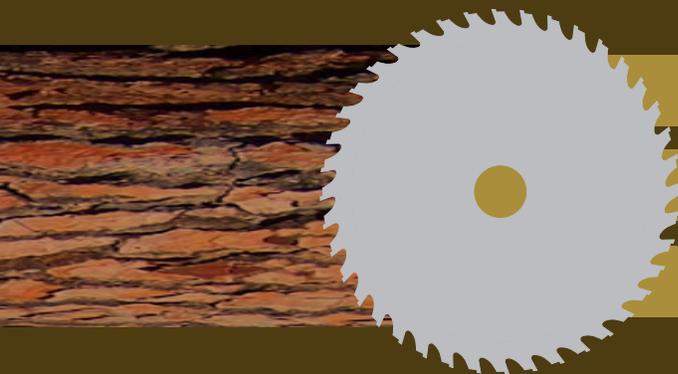




Guía para estudios de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala



Instituto Nacional de Bosques
Más bosques. Más vida



SERIE TÉCNICA
GT-011 (2016)

La presente publicación ha sido realizada en el marco del Proyecto: “Mejorar el control y la eficiencia de productos forestales a través de la creación de un programa para mejorar el rendimiento de la industria forestal de transformación primaria” TFL-PPD 045/13 Rev.2 (M), implementado por el Instituto Nacional de Bosques -INAB- en conjunto con el Consejo Nacional de Estándares Forestales de Guatemala -CONESFORGUA- y financiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT- (www.itto.int).

Consultoría: Elaboración de un Estudio de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal y propuesta de Guía técnica para la estimación del rendimiento en el proceso de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala, realizada por la empresa Impacto Empresarial.

Edición General

Dirección de Industria y Comercio Forestal
Departamento de Fomento a la Industria y Diversificación Forestal
Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Guatemala

Editores

Ing. Álvaro Samayoa Tercero
Ing. Antonio Guoron López

Elaborado por:

Lic. Hugo Cabrera Paz
Ing. Roberto Álvarez Mejía

Fotografía Portada:

Operador aserrando madera en troza en la sierra principal (sierra horizontal).
Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.

Fotografía Contraportada:

Operador aserrando madera en troza en la sierra principal (sierra horizontal).
Antonio Guoron. Instituto Nacional de Bosques.



Clasificación Técnica

Forma recomendada para citar el documento:

INAB, ITTO, 2016. Guía para estudios de rendimiento de transformación primaria. Guatemala, SERIE TÉCNICA GT-011 (2016) 47 paginas.

Junta Directiva del Instituto Nacional de Bosques

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

- Mario Estuardo Méndez Montenegro
- Miriam Elena Monterroso Bonilla

ASOCIACIÓN NACIONAL DE MUNICIPALIDADES

- Pedro Rolando Us Maldonado
- Augusto Boriz Estuardo Quiñónez
Hernández

CÁMARA DE INDUSTRIA GREMIAL FORESTAL

- Oscar Enrique Staackmann Alvarez
- Roberto Andrés Bosch Figueredo

UNIVERSIDADES

- Acxel Efraín De León Ramírez
- Raúl Estuardo Maas Ibarra

MINISTERIO DE FINANZAS PÚBLICAS

- Regina Elizabeth Farfán Colindres de Luján

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

- Gustavo Adolfo Mendizábal Gálvez
- Tomás Antonio Padilla Cambara

ASOCIACIÓN NACIONAL DE ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES DE LOS RECURSO NATURALES, ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

- Byron Otoniel Villeda Padilla
- Marcedonio Cortave

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

- Rony Estuardo Granados Mérida
Secretario de Junta Directiva

Índice de contenido

1. Introducción	7
2. Conceptos generales	9
2.1. Sistema internacional de unidades	9
2.2. Unidad de medida en la industria forestal	9
2.3. Instrumentos de medición en la industria forestal	10
2.4. Tipos de medidas en la industria forestal	10
2.4.1. Medidas lineales	11
2.4.2. Medidas de volumen	11
2.5. Métodos de cuantificación de productos forestales	12
2.5.1. Cuantificación de madera en troza o rolliza	12
2.5.2. Cuantificación de maera aserrada	13
2.5.3. Cuantificación de lepa	14
2.5.4. Cuantificación de aserrín	15
2.5.5. Cuantificación de otros productos forestales	16
2.6. Clasificación de industrias forestales por su volumen de transformación	16
2.7. Línea de producción	16
2.8. Capacidad instalada	18
2.9. Trazabilidad	18
2.10. Estudio de rendimiento de transformación primaria	18

3. ¿Cómo elaborar el estudio de rendimiento de transformación primaria?	19
3.1. Determinación de la muestra	20
3.2. Levantamiento de datos	20
3.2.1. Trazabilidad durante el levantamiento de información	20
3.2.2. Cuantificación y registro de productos iniciales	21
3.2.3. Cuantificación y registro de productos resultantes	22
3.3. Estimación del rendimiento	22
4. ¿Cómo elaborar el informe de estudio de rendimiento?	28
4.1. Solicitud de la validación del estudio ante el INAB	25
4.2. Informe del estudio de rendimiento de transformación primaria	25
5. ¿Cómo evaluar el estudio de rendimiento de transformación primaria?	29
5.1. Análisis de gabinete I	29
5.2. Evaluación de campo	29
5.3. Análisis de gabinete II	31
Referencias bibliográficas	33
Anexos	35
Boleta 1. Registro de atos	36
Boleta 2. Ejemplo de resumen de resultados y análisis estadístico	37

Índice de figuras

Figura 1.	Sección de una cinta métrica graduada en centímetros	11
Figura 2.	Medida con Vernier digital	11
Figura 3.	Ejemplo de medición de una pieza de madera aserrada	11
Figura 4.	Ejemplo de medición de la pieza	12
Figura 5.	Ejemplo de aplicación de medidas en pieza de madera	12
Figura 6.	Ejemplo de medición de diámetros en una troza	13
Figura 7.	Ejemplo de medición de largo de troza	13
Figura 8.	Ejemplo de medición de madera aserrada	14
Figura 9.	Medición de lepa	14
Figura 10.	Ejemplo de acumulación de aserrín en un cubo para su medición	15
Figura 11.	Representación gráfica de un cono para la medición de su volumen	16
Figura 12.	Ejemplo de acumulación de aserrín en forma cónica para su medición	16
Figura 13.	Diagrama de ejemplo de una línea de producción de madera aserrada	17
Figura 14.	Ejemplo de códigos para la identificación de las muestras	21
Figura 15.	Ejemplo de aserrío primario de muestra de madera en troza	21

Índice de tablas

Tabla 1.	Unidades básicas de medición	10
Tabla 2.	Unidades derivadas de medición	10
Tabla 3.	Clasificación de industrias forestales por volumen de transformación mensual	16
Tabla 4.	Ejemplo de códigos para la identificación de las muestras	21
Tabla 5.	Boleta de registro de fórmulas estadísticas	23

Introducción



1



La industria forestal es la encargada de dar valor agregado a los productos forestales y de esta manera contribuir a la conservación de los recursos boscosos mediante su aprovechamiento sostenible. De allí la necesidad de mejorar los rendimientos obtenidos y buscar alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso de transformación de la madera (Soto et al., 2000).

Según datos del Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales del Instituto Nacional de Bosques para los años 2014 y 2015, el 96% de los productos forestales comercializados a nivel nacional corresponden a productos maderables, de los cuales el 72% sufre algún tipo de transformación, proceso en el cual las empresas realizan mediciones para la estimación del rendimiento para efectos de producción, eficiencia, control y monitoreo institucional.

El conocimiento de los indicadores de rendimiento facilita la evaluación del desempeño del proceso y la toma de decisiones, anticipándose a situaciones adversas, reduciendo gastos y pérdidas en el proceso productivo. Un aserradero eficiente es aquel donde, entre otras cosas, los cortes se realizan de tal forma que, a partir de la troza, se obtenga una mayor cantidad y calidad de madera aserrada (Brown y Bethel, 1987).

Uno de los principales problemas al realizar estudios de rendimiento de la madera, es que han existido diversas fórmulas, procedimientos y metodologías para hacerlo, sin tener uniformidad entre los distintos actores del sector forestal de Guatemala, generando por lo tanto

problemas de cuantificación y estimación de rendimiento cuando se utilizan métodos distintos.

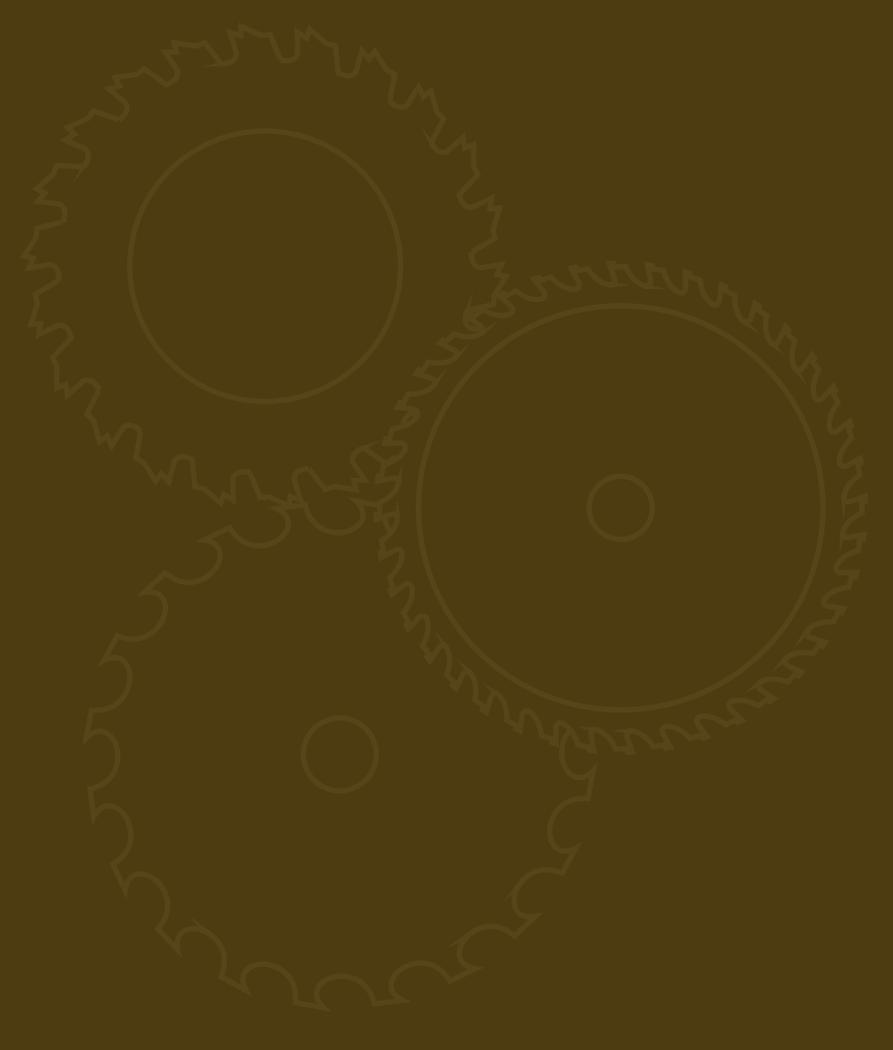
Ante dicha problemática, el Instituto Nacional de Bosques -INAB- y el Consejo Nacional de Estándares Forestales de Guatemala -CONESFORGUA- con el apoyo financiero de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT- han desarrollado la presente guía, que genera una base para mejorar la eficiencia en las industrias forestales del país al estandarizar o uniformizar el proceso de estimación del rendimiento de las industrias forestales en Guatemala, utilizar métodos unificados de medición y reducir la discrecionalidad durante la elaboración de los estudios y mediciones.

Se considera como una herramienta práctica y sencilla, que facilita las actividades de transformación primaria de la madera tanto para las industrias forestales, como las diversas instituciones relacionadas con la administración forestal, contribuyendo a la mejora, control y eficiencia de productos forestales, la reducción de los costos de transacción, la integración de los actores del sector y a la mejora del manejo sostenible de los bosques de Guatemala.

Conceptos generales



2



Conceptos generales

2.1

Sistema internacional de unidades

Antiguamente llamado el Sistema Métrico Decimal, el Sistema Internacional de Unidades está conformado por las siguientes unidades básicas de medida:

Tabla 1

Unidades básicas de medición

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s

Fuente: Universidad del País Vasco, 2015.

Tabla 2

Unidades derivadas de medición

MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Superficie	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Densidad de masa	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Velocidad Lineal	metro por segundo	m/s

Fuente: Universidad del País Vasco, 2015.

2.2

Unidad de medida en la industria forestal

La unidad de medida utilizada en la industria forestal es el Metro Cúbico (m³) para la cuantificación del volumen de madera. En sus diferentes presentaciones: madera en troza, madera aserrada (tabla, tablón, regla), chips de madera, tableros, etc.

2.3

Instrumentos de medición en la industria forestal

La cinta métrica es la más común en el uso de las mediciones. Esta cinta se usa en el bosque, en el aserradero, en la industria del mueble, para hacer mediciones de una precisión aceptable, leyendo las medidas en metros y centímetros.

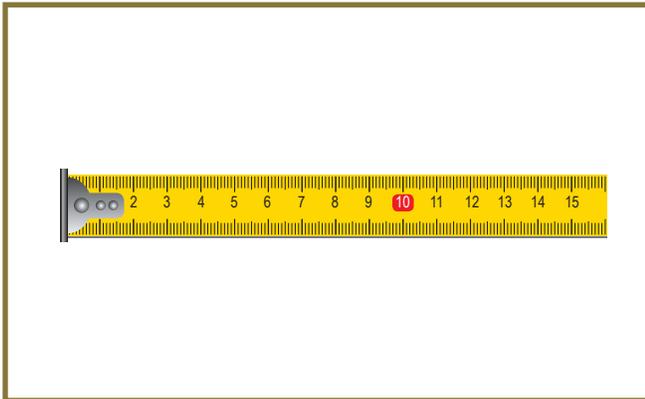


Figura 1 Sección de una cinta métrica graduada en centímetros

El **Vernier** se utiliza comúnmente para medir piezas de madera con valor agregado de alta precisión, tales como pisos de madera, molduras, puertas, chapas de madera, entre otras. Las medidas se leen en milímetros.

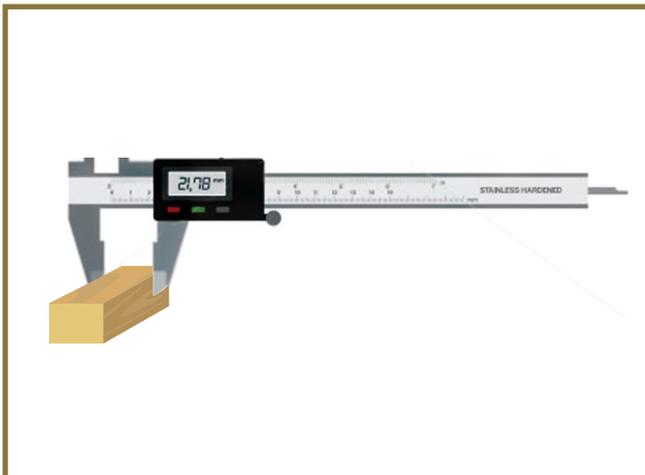


Figura 2 Medida con Vernier digital

2.4

Tipos de medidas en la industria forestal

2.4.1

Medidas lineales

La medida lineal es utilizada para medir una dimensión o lado de una pieza de madera, ya sea para el Espesor, el Ancho o el Largo de la pieza. Los valores se expresan en centímetros y metros.

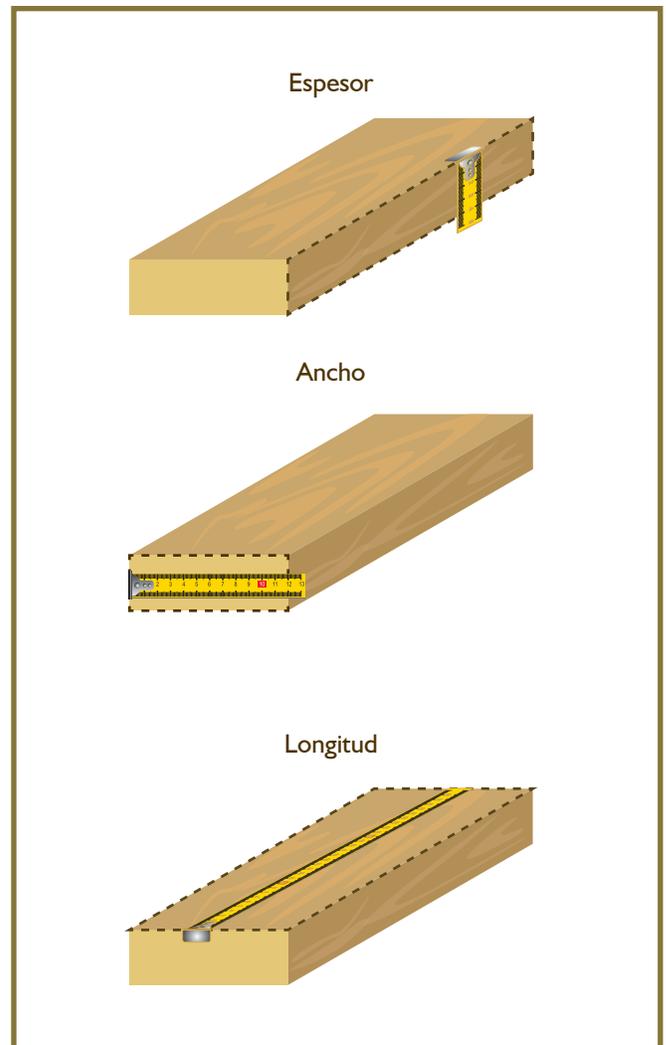


Figura 3 Ejemplo de medición de una pieza de madera aserrada

Si la pieza es mayor a 1 metro de largo entonces la medida se expresará en metros y centímetros.

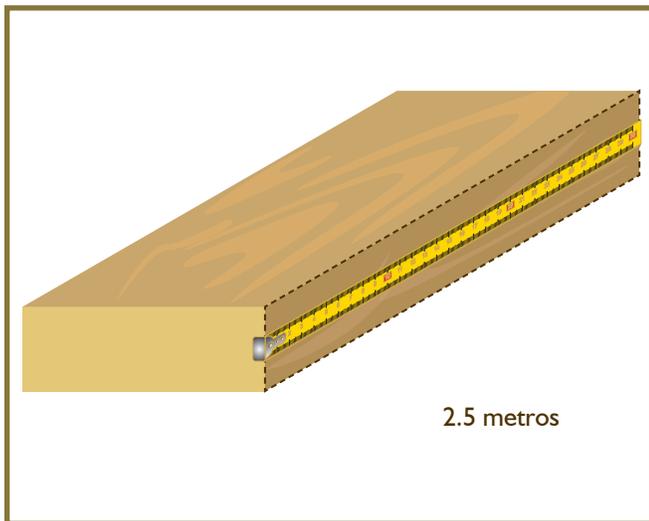


Figura 4 Ejemplo de medición de la pieza

2.4.2 Medidas de volumen

Se define el volumen como: medidas del espacio de tres dimensiones ocupado por un cuerpo. En el sector forestal, este puede corresponder a diferentes figuras geométricas.

Para el caso de las formas cúbicas, estas contienen tres secciones o lados, siendo estos el espesor, el ancho y longitud de una pieza individual o alto, ancho y largo de un paquete de varias piezas apiladas (de madera). Los resultados de la multiplicación de las tres medidas se expresan en metros cúbicos (m³).

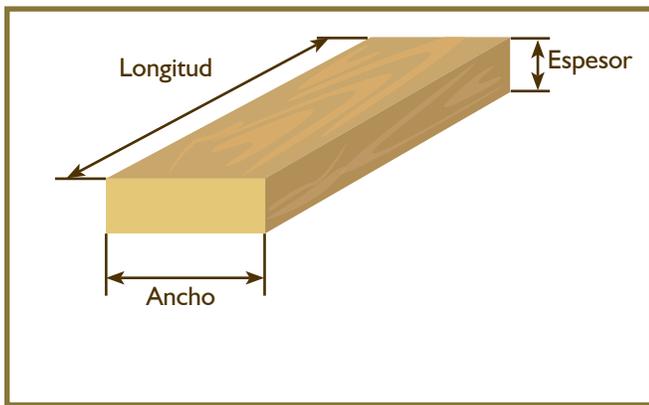


Figura 5 Ejemplo de aplicación de medidas en pieza de madera

2.5

Métodos de cuantificación de productos forestales

Se denomina cuantificación o cubicación de madera al proceso de medir y determinar el volumen total de madera existente en una troza, en una pieza de madera aserrada, en un producto de madera con valor agregado o en otros productos de madera. Es importante resaltar que para efectos de la realización de estudios con la presente metodología, no se consideran métodos de cuantificación comerciales.

Las metodologías oficiales de cuantificación se establecen en la guía para cubicación de madera del Instituto Nacional de Bosques que se encuentre vigente. Para tal efecto, a continuación se describen algunas de ellas:

2.5.1 Cuantificación de madera en troza o rolliza

Para la cubicación de madera en troza o rolliza se utiliza el sistema o fórmula Smalian que consiste en la aplicación de la siguiente fórmula sin considerar la corteza:

$$V(m^3) = \frac{\pi}{4} * \frac{(D1^2 + D2^2)}{2} * L$$

Donde:

V = Volumen de la troza (m³)

π = Constante Pi, equivalente a 3.1416

D1 = Diámetro promedio del extremo menor de la troza (m), sin hacer descuentos

D2 = Diámetro promedio del extremo mayor de la troza (m) sin hacer descuentos

L = Largo de la troza (m) en metros lineales sin hacer descuentos

Nota: El promedio de los diámetros se obtiene a partir de una medición en cruz de los diámetros más angostos y más anchos de ambos extremos de la troza. El largo de la troza se mide en metros y centímetros, sin ningún tipo de descuento.

La medición de los diámetros se explica gráficamente a continuación:

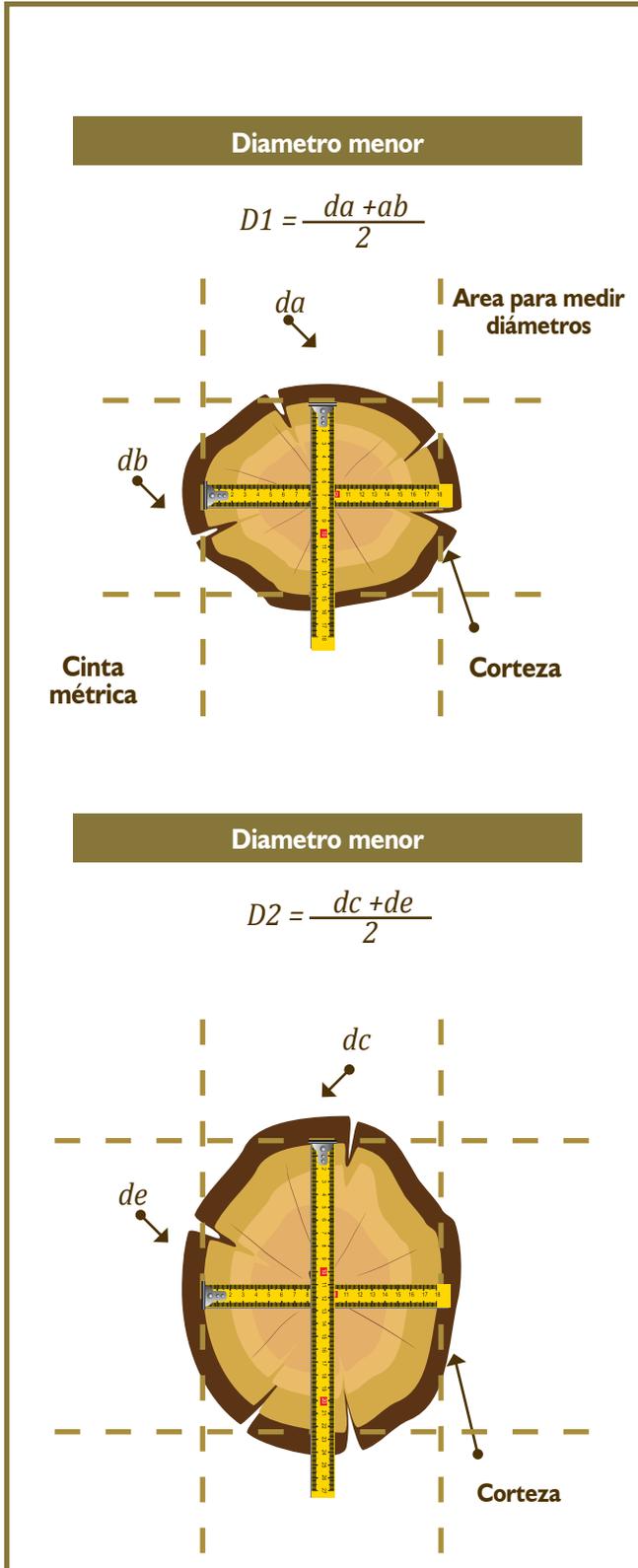


Figura 6 Ejemplo de medición de diámetros en una troza

6

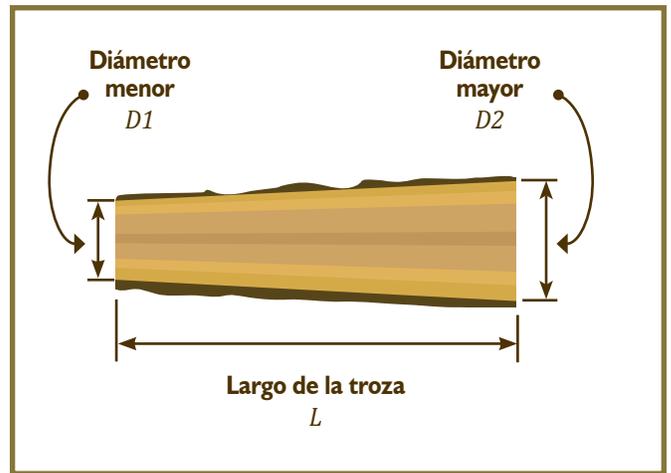


Figura 7

Ejemplo de medición de largo de una troza

Por ejemplo, para una pieza con las siguientes dimensiones, el volumen se calcula de la siguiente manera:

Dimensiones
Promedio de diámetro menor: 26 cm
Promedio de diámetro mayor: 31 cm
Longitud de la troza: 3.10 m
Solución
$V(m^3) = \frac{\pi}{4} * \frac{(0.26^2 + 0.31^2)}{2} * 3.10 =$ $0.7854 * \frac{0.1637}{2} * 3.10 = 0.1992m^3$

2.5.2 Cuantificación de madera aserrada

Como madera aserrada húmeda o seca se denominan al producto forestal que ha sufrido transformación por aserrío, como por ejemplo: tablas, reglas, tablonés, vigas. Usualmente tienen 3 dimensiones: espesor, ancho y largo; expresadas en centímetros o metros.

La fórmula para cubicar madera aserrada aplicando el Sistema Internacional de Unidades es:

$$V(m^3) = \frac{\text{Espesor (cm)}}{100} * \frac{\text{Ancho (cm)}}{100} * \text{Longitud (m)}$$

Donde:

V (m³) = Volumen de madera en metros cúbicos de una pieza de madera.

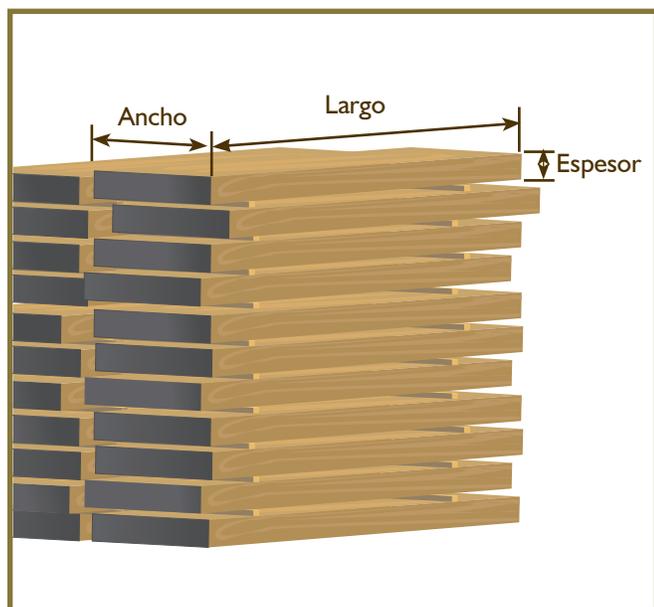


Figura 8 Ejemplo de medición de madera aserrada

Por ejemplo, para una pieza con las siguientes dimensiones, el volumen se calcula de la siguiente manera:

Dimensiones
Espesor: 2.4 cm
Ancho: 16 cm
Largo: 3.10 m
Solución
$V(m^3) = \frac{2.54cm}{100} * \frac{16cm}{100} * 3.10m = 0.012m^3$

2.5.3

Cuantificación de lepa

La lepa son las tapas longitudinales del aserrado de una troza, que son piezas de madera que se obtienen del aserrío primario; generalmente tienen dimensiones irregulares y están unidas con corteza. En ocasiones se le considera leña de aserradero debido a que se utiliza como combustible, sin embargo, la metodología de cuantificación es la misma.

La cuantificación de lepa se realiza mediante la estimación del volumen aparente de un cubo cuando está apilada y el uso de un factor de espaciamento, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$VA (m^3) = \text{Alto (m)} * \text{Ancho (m)} * \text{Largo (m)}$$

$$V = VA * 0.57$$

Donde:

VA = Volumen aparente de un cubo (m³)

V = Volumen total estimado (m³)

Factor de espaciamento = 0.57

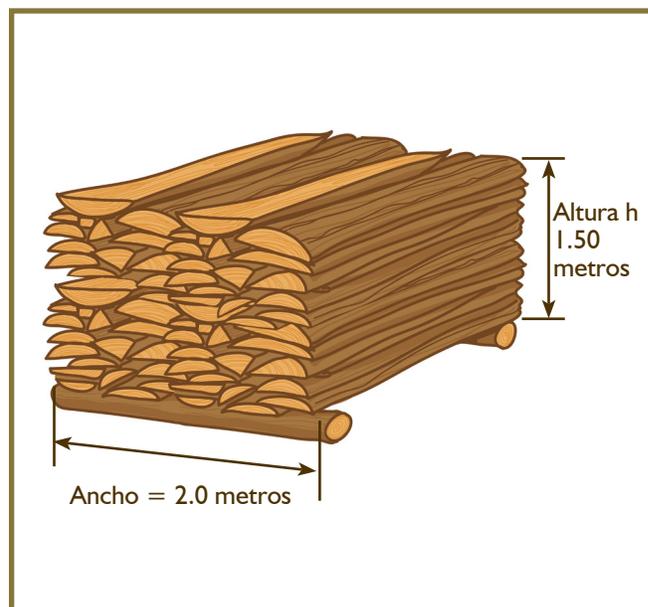


Figura 9 Medición de lepa

Por ejemplo, para una pila de lepa con las siguientes dimensiones, el volumen se calcula de la siguiente manera:

Dimensiones de lepa apilada
<p>Altura: 0.91 m Ancho: 0.40 m Longitud: 3.88 m</p>
Solución
$V(m^3) = (0.91m * 0.40m * 3.88m) * 0.57$ $V(m^3) = 1.41232 * 0.57 = 0.81m^3$

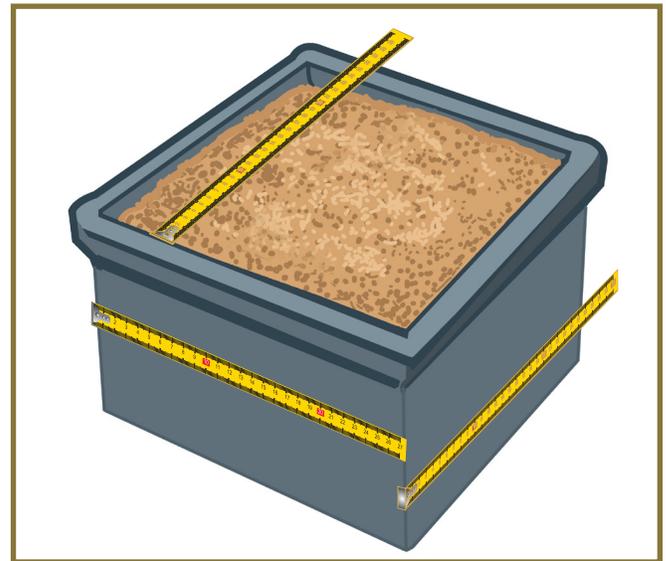


Figura 10 Ejemplo de acumulación de aserrín en un cubo para su medición.

2.5.4 Cuantificación de aserrín

El aserrín está compuesto por pequeños fragmentos de madera que son producto de las labores de corte o dimensionado mediante aserrío.

Su cuantificación se realiza mediante la estimación del volumen aparente de un cubo o del recipiente que lo contenga y se usa un factor de espaciamento para determinar el volumen de madera. Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$VA (m^3) = Alto (m) * Ancho (m) * Largo (m)$$

$$V = VA * 0.37$$

Donde:

VA = Volumen aparente de un cubo (m^3), considerando que el recipiente es cúbico (utilizar la fórmula de la figura geométrica que más se asemeje).

V = Volumen total estimado de madera (m^3)

Factor de espaciamento = 0.37

Por ejemplo, para un recipiente de aserrín con las siguientes dimensiones, el volumen se calcula de la siguiente manera:

Dimensiones del recipiente con forma cúbica
<p>Altura: 1 m Ancho: 1.5m Longitud: 2 m</p>
Solución
$V(m^3) = (1m * 1.5m * 2m) * 0.37$ $V(m^3) = 3 * 0.37 = 1.11m^3$

En caso de que sea apilado de forma cónica, la fórmula para calcular el volumen, es la siguiente:

$$V(m^3) = \frac{\pi}{3} * r^2 * h * 0.37 (\text{factor de apilamiento de aserrín})$$

Donde:

$$\pi/3 = 1.0472$$

Radio (r) = diámetro/2;

Diámetro (d) = circunferencia/3.1416

h = altura del cono

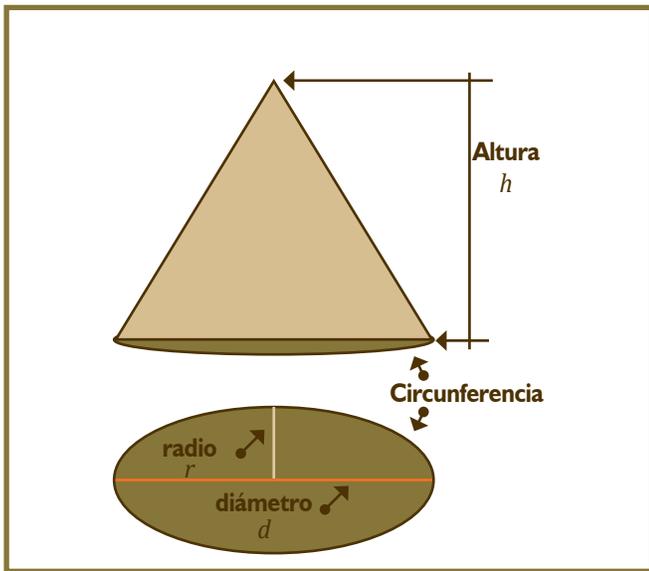


Figura 11 Representación gráfica de un cono para la medición de su volumen



Figura 12 Ejemplo de acumulación de aserrín en forma cónica para su medición

2.5.5 Cuantificación de otros productos forestales

Para cuantificar otros productos forestales con las metodologías correctas, consultar la guía de cubicación de madera del INAB que se encuentre vigente.

2.6

Clasificación de industrias forestales por su volumen de transformación

De acuerdo a estudios realizados en Guatemala, las industrias forestales se pueden clasificar en Muy Pequeña, Pequeña, Mediana y Grande, de acuerdo a su volumen de transformación mensual, con base a la clasificación siguiente.

Tabla 3

Clasificación de Industrias Forestales por volumen de transformación mensual

Tipo de Empresa	Rangos de Transformación Mensual que reporta a SEINEF
Muy Pequeña	Menos de 10 metros cúbicos
Pequeña	Entre 10 a 99.99 metros cúbicos
Mediana	Entre 100 a 999.99 metros cúbicos
Grande	De 1,000 metros cúbicos en adelante

Fuente: INAB, 2016. Estudio de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala.

2.7

Línea de producción

Se denomina línea de producción a todo grupo de máquinas que sirven para la transformación de madera agregando valor. El grupo de maquinaria y equipos pueden estar distribuidos de forma lineal o por grupos de actividades. Siendo la distribución más recomendable por grupos de actividades debido a que se puede ajustar el recorrido de cualquier producto.

A manera de ejemplo se presenta a continuación un recorrido del proceso de aserrío en una planta estándar. Este presenta una distribución del flujo en planta, haciendo la descripción desde el ingreso de troza, las estaciones de trabajo, tales como sierra principal, desorilladora y despuntadora. Esta distribución en planta o diagrama de flujo del recorrido del proceso se puede realizar en un área de 25 metros de frente por 50 metros de fondo, equivalentes a 1,250 metros cuadrados.

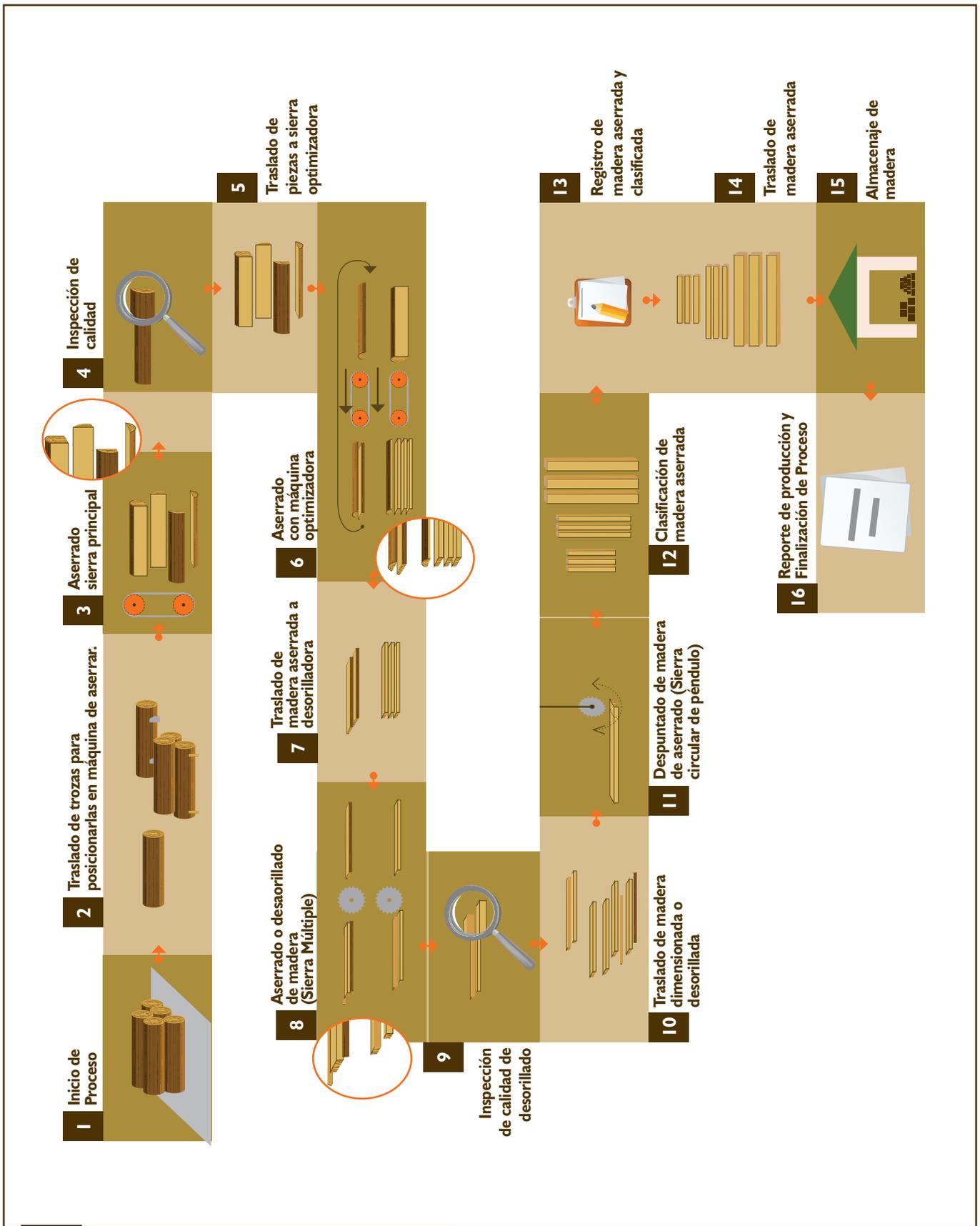


Figura 13 Diagrama de ejemplo de una línea de producción de madera aserrada

Las actividades están divididas en:

Actividad		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Inicio de Proceso ○ Traslado de trozas ○ Posicionamiento ○ Aserrado sierra principal ○ Inspección de calidad ○ Traslado de piezas a sierra optimizadora ○ Aserrado con máquina optimizadora ○ Traslado de madera aserrada a desorilladora ○ Aserrado o desaorillado de madera (Sierra Múltiple) ○ Inspección de calidad de desorillado ○ Traslado de madera dimensionada o desorillada ○ Despuntado de madera de aserrado (Sierra circular de péndulo) ○ Clasificación de madera aserrada ○ Registro de madera aserrada y clasificada ○ Traslado de madera aserrada ○ Almacenaje de madera ○ Reporte de producción y Finalización de Proceso 		
Resumen de Actividades		
Símbolo	Actividad	Cantidad
	Inicio y Finalización	2
	Transporte	6
	Combinadas (Operación e Inspección)	3
	Operación	4
	Inspección	1
	Almacenaje	1

2.8

Capacidad instalada

La capacidad instalada de una industria se mide en función de la cantidad máxima de productos que se pueden producir o el volumen de producción máximo por unidad de tiempo, por ejemplo: puede ser expresada en metros cúbicos mensuales (m³/mes).

La capacidad instalada está determinada por la combinación de los recursos disponibles tales como maquinaria, equipos, instalaciones y recurso humano o personal.

Este cálculo se hace para cada unidad de producto elaborado, por ejemplo si es para la línea de aserrado se mide en función de la cantidad máxima de producción de metros cúbicos aserrados por hora, por jornada, por semana o por mes.

2.9

Trazabilidad

La trazabilidad es una serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas. Usualmente utiliza herramientas para identificar a los productos en cada una de las etapas, como etiquetas, marcas, códigos, etc.

2.10

Estudio de rendimiento de transformación primaria

Un estudio de rendimiento de transformación primaria, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada.

$$\text{Coeficiente de rendimiento} = \frac{\text{m}^3 \text{ de madera aserrada}}{\text{m}^3 \text{ de madera troza}} * 100$$

Para el caso de productos forestales no maderables, como carbón, corresponde a la relación entre el producto resultante y el producto original utilizado para obtenerlo.

¿Cómo elaborar el estudio de rendimiento de transformación primaria?



3



¿Cómo elaborar el estudio de rendimiento de transformación primaria?

3

3.1

Determinación de la muestra

Se entiende como muestra, al subconjunto de datos representativos de la producción total a analizar en una empresa. Para el estudio de rendimiento se refiere a la cantidad de unidades muestrales (trozas) que se analizarán durante el mismo. La cantidad mínima de unidades muestrales de acuerdo a la fórmula establecida para poblaciones infinitas con un margen de error de muestreo del 10% y un nivel de confianza del 90% es de 32 trozas. Por lo cual ese debe ser el mínimo para estudios de rendimiento. Considerando que se debe realizar un estudio para cada especie que transforme la empresa.

Sin embargo, de acuerdo a la capacidad instalada de transformación de madera mensual el número de muestras se puede incrementar. En caso de que se requiera calcular un número de muestras mayor la fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_{(\alpha)}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_{(\alpha)}^2 \times p \times q}$$

Fuente: Bolaños 2012

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

d = error máximo permisible

Para que el resultado del estudio se comporte acorde a la realidad de la industria, se deben seleccionar trozas de madera de manera estratificada al azar, de acuerdo al tipo de abastecimiento y realizar la transformación de los productos que se obtienen mayoritariamente.

En caso de incluir más de una especie por estudio, se deberá considerar el mismo número mínimo de muestras por cada especie adicional y realizar el análisis de forma individual por especie.

3.2

Levantamiento de datos

3.2.1

Trazabilidad durante el levantamiento de información

Se debe identificar cada troza a ingresar al proceso mediante una numeración correlativa. Esta numeración debe identificar el número de muestra registrada en el inventario. Otra opción de marcación puede ser la de utilizar un color de pintura específico y colocar únicamente el número de trozas que va ingresando.

Tabla 4

Ejemplo de códigos para la identificación de las muestras

Identificación de Muestra Opción 1 (solo número con 1 color de pintura)	Identificación de Muestra Opción 2 (correlativo identificando año, mes y troza)
1	15-10-001
2	15-10-002
3	15-10-003
4	15-10-004
5	15-10-005
...	...
32	15-10-032

Fuente: elaboración propia.

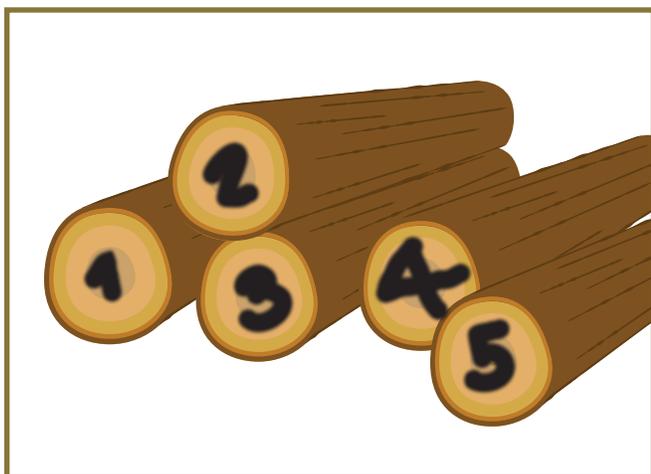


Figura 14

Ejemplo de códigos para la identificación de las muestras

Es importante recordar que el número asignado a cada troza, deberá ser registrado en todas las boletas y la trazabilidad consiste en llevar el control de cada muestra desde el inicio del proceso hasta los productos resultantes.

3.2.2 Cuantificación y registro de productos iniciales

Se debe realizar la medición de diámetros y longitud de cada troza, mediante el método (fórmula) Smalian, como

se indica en la sección de Métodos de Cuantificación de Productos Forestales. Los datos obtenidos en la medición deben ser ingresados en la boleta de registro de productos (Boleta I, ver anexo), en la cual se anotan las siguientes variables:

- Información general de la empresa
- Especie
- No. de troza
- Medidas de los diámetros menor y mayor - da, db, dc y de- en centímetros
- Medida de la longitud (L), en metros

Es importante que todas las trozas que son anotadas en la Boleta I, deben ser procesadas y sus productos deben ser registrados por troza (ver boletas en anexos). Las trozas que se pudieron haber registrado y no fueron aserradas, deben ser borradas del formato correspondiente.

Las trozas debidamente identificadas y medidas son trasladadas a la línea de aserrío, en donde ocurre la transformación primaria.

En el caso de otros productos forestales no maderables, como carbón, se debe cuantificar las muestras iniciales que serán transformadas, de acuerdo a las metodologías de establecidas en la guía para cubicación de madera del INAB que se encuentre vigente.

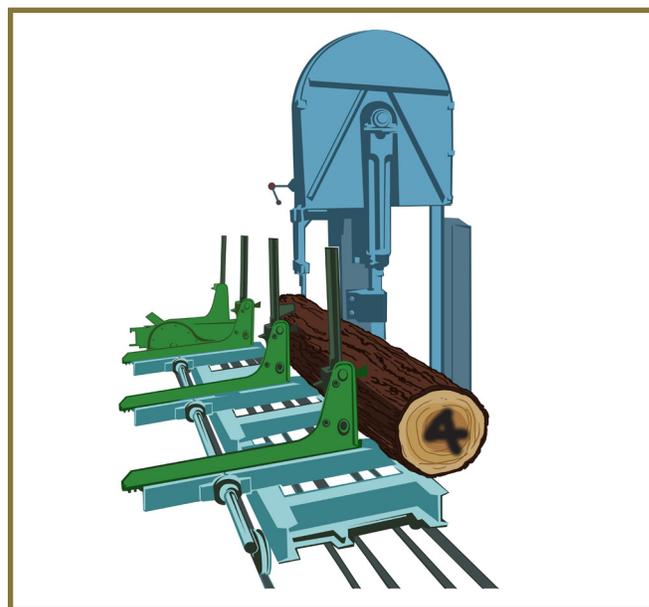


Figura 15

Ejemplo de aserrío primario de muestra de madera en troza



Figura 16. Medición para la estimación de volumen de lepa.

3.2.3 Cuantificación y registro de productos resultantes

Se debe realizar la cuantificación de productos resultantes, tales como: madera aserrada, lepa (o leña de aserradero) y aserrín, de acuerdo a las metodologías presentadas en la sección de Métodos de Cuantificación de Productos Forestales.

Los datos obtenidos en la medición deben ser ingresados en la boleta de registro de productos resultantes (Boleta I), en la cual se anotan las siguientes variables:

- N° muestra
- Producto
- Especie
- Cantidad
- Dimensiones (espesor, ancho y largo)

3.3

Estimación del rendimiento

Para la estimación del rendimiento, se deben utilizar los datos recopilados con base a la sección de Levantamiento de Datos, utilizando las boletas correspondientes y la fórmula de estimación del rendimiento de transformación, como sigue:

$$\text{Coeficiente de rendimiento} = \frac{\text{m}^3 \text{ de madera aserrada}}{\text{m}^3 \text{ de madera troza}} * 100$$

Es importante mencionar que este factor se calcula por cada una de las muestras para poder realizar el análisis estadístico. Para el efecto se utilizan los formatos mencionados en este documento (Boleta 1 para la el levantamiento de datos y boleta 2 para en análisis de los mismos). Estos formatos pueden imprimirse para hacer un proceso de levantamiento de información en el aserradero y posteriormente ser llenados de manera digital en una hoja de Excel, en la que los cálculos se realizan automáticamente a través del uso de las fórmulas correspondientes.

El documento digital cuenta con fórmulas que automáticamente realizarán los cálculos de rendimientos y la descripción estadística. Esta medida permite estandarizar todo el proceso y reducir la discrecionalidad en el manejo y análisis de la información.

Para realizar un análisis de la validez y certeza del estudio, se efectúa un análisis de distintas variables estadísticas, cuyos cálculos se realizan de manera automática en la hoja electrónica para el cálculo de los rendimientos (Resumen de rendimientos en archivo digital, ver anexos).

En caso de incluir más de una especie por estudio, se deberá considerar el número mínimo de muestras por cada especie adicional y realizar el análisis de forma individual por especie.

Las variables estadísticas se calculan de acuerdo a las fórmulas que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 5

Boleta de registro de fórmulas estadísticas

Variable Estadística	Descripción	Fórmula Manual	Fórmula Excel 2013								
Media (rendimiento)	Es el promedio de un conjunto de números.	$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$	=PROMEDIO								
Desviación Estándar	Es una medida de dispersión para medir cuanto se separan los datos.	$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$	=DESVESTA								
Error Estándar de la Media Muestral	Es el error debido a la estimación de la media poblacional a partir de las medias muestrales.	$SE_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$	=S/RAIZ(N)								
Valor de z para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	El valor de Z de un valor x de un conjunto de datos, es la distancia a la que se encuentra x por encima o por debajo de la media, medida en unidades de la desviación estándar. Mide la diferencia entre un estadístico observado y su parámetro hipotético de población en unidades de desviación estándar.	<p>Para el caso de una población: $valor Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$</p> <p>Para el caso de una muestra: $valor Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$</p>	<p>P=NORMALIZACION (x, media, desviación)</p> <p>Con un nivel de significancia 0.05 valor Z=INV.NORM.ESTADO(0,05)</p>								
Error de Muestreo	Es la desviación de la muestra seleccionada con respecto a las características, rasgos, comportamientos, cualidades o figuras de toda la población.	<p>Alpha=5% $\hat{\sigma}$ Alpha=10%</p> <table border="1"> <tr> <td>1-α</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>5%</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>1-α</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>10%</td> </tr> </table>	1- α	95%	α	5%	1- α	100%	α	10%	= Valor t * Error Estándar
1- α	95%										
α	5%										
1- α	100%										
α	10%										
Límites de Confianza (superior e inferior)	Son valores máximos y mínimos de una distribución de datos, el cual contiene el valor verdadero del parámetro, con un nivel de confianza dado.	<p>Fórmula general = $PROM (+/-) Z(a/z)*S/\sqrt{n}$</p> <p>Límite inferior = $PROM (menos) z(a/z)*S/\sqrt{n}$</p> <p>Límite Superior = $PROM (más) Z(a/z)*S/\sqrt{n}$</p>	=DISTRI.NORMAL Para N mayor o igual a 30								
Coefficiente de correlación de Pearson	Coefficiente que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. Análisis que se realiza para determinar que tanto la variable Y (madera aserrada) se determina por la variable X (madera en rollo).	$r^2 = \frac{\Sigma_{xy} \left[\frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n} \right]^2}{\left[\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \right] - \left[\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \right]}$	=COEFE. DE.CORRE								
Regresión lineal	Correlación que da lugar a una ecuación lineal, ecuación que se utilizará para estimar cuanto se obtendrá de madera aserrada, a partir de un volumen de madera en troza. Se debe considerar un r2 alto para mayor fiabilidad.	$y = a + bx$	=ESTIMACION. LINEAL								

Fuente:(Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007)

¿Cómo elaborar el informe de estudio de rendimiento a INAB?



4

¿Cómo elaborar el informe de estudio de rendimiento?

Se debe elaborar un informe con requisitos mínimos que contengan la información para el análisis del rendimiento de cada empresa forestal.

Para la elaboración del estudio e informe, se deben considerar los aspectos siguientes:

- El número mínimo de muestras por especie es de 32.
- Para las industrias forestales, los momentos usuales de presentación de un estudio de rendimiento son: al inicio de operaciones, al incorporar nueva maquinaria, nuevos procesos o nuevas especies.
- El estudio de rendimiento es una herramienta de análisis para la toma de decisiones de cada industria.

4.1

Solicitud de validación del estudio ante el INAB

De acuerdo al procedimiento vigente del INAB, cualquier empresa que se siente afectada con los porcentajes de rendimiento de aserrío que establezca el INAB, puede solicitar la verificación de su rendimiento y proceso, para lo cual debe presentar una solicitud indicando cuál es el rendimiento estimado en su empresa.

Por lo tanto, la solicitud (carta) debe incluir la información siguiente:

- Nombre de la Industria
- Dirección de operaciones

- Código del Registro Nacional Forestal -RNF-
- Porcentaje de rendimiento estimado.

Se debe adjuntar a esta solicitud una copia digital y física del estudio de rendimientos realizado.

4.2

Informe del estudio de rendimiento de transformación primaria

Para la validación del estudio de rendimiento de transformación primaria, es necesario elaborar un estudio de rendimiento que debe ser incluido en un informe, cuyo contenido debe ser el siguiente:

- Datos Generales:** Nombre de la industria, dirección, código del Registro Nacional Forestal -RNF-, nombre del propietario o representante legal de la empresa.
- Introducción:** giro del negocio, años de operación, productos y especies que maneja, capacidad instalada, productividad e instalaciones.
- Características de la Industria:** Flujo del proceso de transformación primaria, listado de maquinaria y procesos que efectúa, dinámica de la Producción (ciclos de producción anual, inventarios, jornadas laborales, destino de la producción).
- Características del Estudio:** tipos y fuentes de materia

prima, productos resultantes, especies, cantidad de muestras, observaciones generales de la metodología, fotografías del proceso de estudio.

e. Resumen de los resultados del estudio de rendimiento:
Impresión del cuadro resumen de la hoja de Excel.

f. Análisis de los resultados del Estudio de Rendimiento.

g. Conclusiones

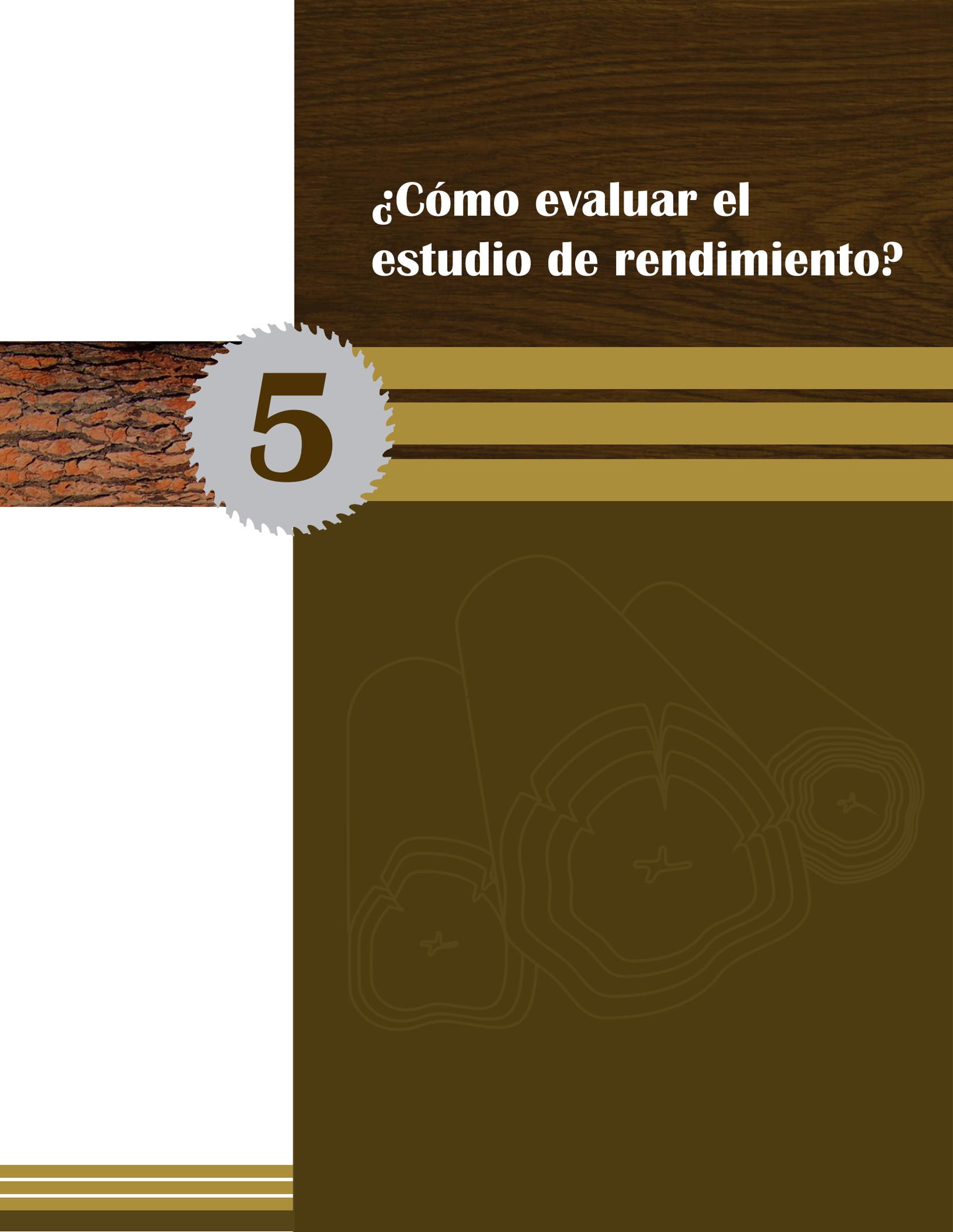
i. ANEXOS (Digitales)

a.1 Informe del estudio en formato digital

a.2 Archivo digital (Excel) en el que se vaciaron los datos del estudio

a.3 Boletas escaneadas (cuando aplique)

¿Cómo evaluar el estudio de rendimiento?



5

¿Cómo evaluar el estudio de rendimiento de transformación primaria?

5

El Estudio de Rendimiento puede ser evaluado por el personal de la industria que lo efectuó como una herramienta para la toma de decisiones y también por el Instituto Nacional de Bosques como verificación del mismo. El proceso de evaluación es el siguiente.

5.1

Análisis de gabinete I

- a. Análisis de capacidad instalada y su uso: análisis de la capacidad máxima que tiene para producir una industria.
- b. Análisis estadístico del estudio de rendimiento: Se deben analizar los distintos parámetros estadísticas para poder validar el levantamiento de datos, así como los resultados del estudio. Dentro de ellas, las principales son:
 - Media (rendimiento), indicará el rendimiento promedio de transformación primaria para el producto y especie objeto de estudio.
 - Desviación Estándar, es una medida de dispersión para variables de razón (variables cuantitativas o cantidades racionales) y de intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza de la variable.
 - Error de Muestreo o error muestral: Es el error que surge a causa de observar una muestra de

la población completa. Se refiere en términos más generales al fenómeno de la variación entre muestras, es la desviación de la muestra seleccionada con respecto a las características, rasgos, comportamientos, cualidades o figuras de toda la población.

- Límites de Confianza (superior e inferior) delimitan a un intervalo de confianza. Se calculan de los datos de la muestra y tienen una probabilidad dada de que el parámetro desconocido se ubique entre éstos a un nivel de confianza específico cuando se replica el estudio.
- Regresión lineal, indicará una ecuación para estimar el volumen de producto final transformado con base en el producto original.
- c. Análisis de la importancia del estudio de rendimientos dentro de la industria: Permitirá evaluar si es necesario realizar otros estudios de rendimiento, de acuerdo al volumen de producción, análisis estadístico, resultados del estudio y especies en cuestión.

5.2

Evaluación de campo

Se debe realizar una verificación de campo, mediante la cual se verifique que los resultados del estudio

presentado corresponden a la realidad de la industria y reflejan los datos indicados. Consiste en la realización de un ejercicio de medición de al menos tres muestras seleccionadas al azar (o la cantidad correspondiente al 10% de la muestra del estudio) durante el proceso de transformación primaria, siguiendo todas las indicaciones del presente manual para la elaboración de un estudio de rendimiento de transformación primaria.

Cuando se trate de una evaluación de INAB, se considera conveniente que el evaluador sea acompañado por un representante de la industria.

5.3

Análisis de gabinete II

Los resultados del ejercicio de verificación deberán ser tabulados en una hoja electrónica designada para el efecto, verificando que los resultados se encuentren en el rango válido que indique el análisis estadístico del estudio de rendimiento de transformación primaria (boleta 2).

Este análisis deberá corroborar que el coeficiente de transformación primaria (o coeficiente de aserrío) obtenido en la evaluación de campo por el técnico, se encuentre dentro de los límites de confianza, desviación estándar y rangos de error de muestreo presentados en el estudio.

En la evaluación de INAB, el resultado de este análisis es vinculante con el dictamen que elabora para aprobar o no el nuevo rendimiento de transformación primaria.

Referencias bibliográficas

- AECOC, 2012.** Asociación Española de Codificación Comercial. “Logística Inversa Trazabilidad”. p. 5
- Arias, Francis; Instituto Universitario de Tecnología Valencia, Venezuela. Diciembre de 2009.** Aseguramiento de la Calidad I.
- Bolaños, E. (2012). Muestra y Muestreo.** Obtenido de http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf.
- Brown, N. C. y J. S. Bethel. 1987.** “La industria maderera”. Editorial Limusa. México. 397 p.
- Coronel de Renolfi, M.; F. Díaz; G. Cardona y A. P. Ruiz. 2012.** “Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina”. Quebracho 20(1): 15-28.
- Gómez, Axel y Batres, Dante. 2001.** “Cálculo del rendimiento de madera en rollo a madera aserrada”. Plan de Acción Forestal para Guatemala / Instituto Nacional de Bosques - INAB. 31 p.
- Gutiérrez, Ediesummer, Moreno, Rubén Darío y Villota, Nelson. 2013.** “Guía de Cubicación de Madera No. 1”. Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER- Colombia / Gobernanza Forestal / Unión Europea. 44 p.
- Guzmán Herrera, Francisco Vinicio. 2014.** “Estudio de Rendimiento de la Inversión Yasmín, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 17 p.
- INAB. 2003.** “Acuerdo de Gerencia No. 42-2003” Instituto Nacional de Bosques - INAB. 3 p.
- Jordán Zabaleta, Angel Leopoldo. 2014.** “Estudio de Rendimiento de la Industria Tapicera, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 30 p.
- Manzanero, Manuel Antonio y Salazar, Adela. 2003.** “Estudio de Rendimiento del Aserrío de madera de la especie Caoba (Swietenia macrophylla) en la Concesión Forestal Unidad de Manejo San Andrés Petén -AFISAP- (USAID/ACOFOP/CONAP). 37 p.
- Manzanero, Manuel Antonio y Mansilla, Richard. 2004.** “Guía de cubicación y transporte forestal”. (CONAP/ INAB/USAID/CHEMONICS). 40 p.

- Meigs, Walter B., Charles B. Johnson y otros:** Contabilidad, la base para la toma de decisiones. México. Editorial Mc Graw Hill. 1981
- Quirós, R., O. Chinchilla, M. Gómez. 2005.** “Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales”. Instituto de Investigación y Servicios Forestales “INISEFOR”, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 29(2). 15 p.
- Real Academia de la Lengua Española, RAE, 2014.** Diccionario de la lengua española (DRAE) 23ª edición, publicada en octubre de 2014, disponible en: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- Reyes Gómez, Byron Enrique. 2012.** “Estudio de Rendimiento de Procesadora de Madera y Derivados, S.A.”. Sometido a aprobación ante el Instituto Nacional de Bosques – INAB. 39 p.
- Rodas Gonzalez, Angel Marco Tulio. 2001.** Tesis: “Evaluación del rendimiento y costo de operación del aprovechamiento forestal año 2001, en la Concesión Comunitaria de San Andrés, Petén”. Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC. 93 p.
- Seidel, Felix. 2012.** Trazabilidad de la Sustentabilidad: Estudio de las tecnologías electrónicas y semi-electrónicas de trazabilidad de maderas. Serie Técnica OIMT No.40, Organización Internacional de las Maderas Tropicales. 62 p.
- Villagrán, Wilfredo y Sandoval, Rudy Ottoniel. 2013.** “Determinación de línea base de tecnología utilizada por la industria de transformación primaria de la madera de la Región I Metropolitana”. Instituto Nacional de Bosques – INAB. 57 p.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2007).** Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: Pearson Education.

Anexos

Boleta I. Registro de Datos

**Boleta de Registro
Cuantificación de muestras**



Instituto Nacional de Bosques
Más Bosques, Más Vida

NOMBRE DE LA EMPRESA: Las Palmeras	
REGISTRO RNF:4321	Especie:
ENCARGADO: Sr. Manuel Rodas	Fecha: 28/10/2015

- Todas las medidas serán anotadas en centímetros enteros, sin aproximación
- Se medirá el largo total de la troza en metros (cuando aplique) y el diámetro sin corteza.
- Todas las medidas serán tomadas en valores enteros sin aproximación.
- Para el caso de otros productos forestales, se utilizarán las metodologías establecidas para cuantificación de productos forestales del INAB.

Muestra 1

Datos Producto Original

MADERA EN TROZA	Código	Diámetro menor (cm)		Diámetro mayor (cm)		D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	Longitud (m)	Vol (m ³)
		da	db	dc	de				
	B 93-4	46	47	58	49	0.465	0.535	3.79	0.747812916
Total									0.7478

Datos productos Resultantes

MADERA ASERRADA	Código	Producto	Cantidad	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Longitud (m)	Vol (m ³)	
	B 93-4	Madera aserrada	1	1	6	22	2.21	0.0292
			2	2	5	21	2.18	0.0458
			3	3	5	18	2.19	0.0591
			4	4	5	26	2.19	0.0285
			5	5	5	18	2.20	0.0792
			6	6	5	23	2.2	0.1518
			7	7	5	10	1.88	0.0470
			8	8	2	5	36	1.88
9			9	3	5	20	1.89	0.0567
TOTAL							0.6642	

LEPA	Código	Producto	Cantidad	Altura (cm)	Ancho (cm)	Longitud (mts)	Vol (m ³)
	B 93-4	Lepa/Leña	2.00	8.00	9.00	1.30	0.0107
							0.0000
							0.0000
							0.0000
	TOTAL						

ASERRÍN	Código	Producto	Cantidad	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Longitud (mts)	Vol (m ³)
	B 93-4	Aserrín	1.00	36.00	48.00	1.30	0.0831
							0.0000
							0.0000
							0.0000
TOTAL							0.0831

Boleta 2. Ejemplo de Resumen de Resultados y Análisis Estadístico



RESUMEN DE PORCENTAJE DE RENDIMIENTO TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA MADERA

Instituto Nacional de Bosques
Más Bosques. Más Vida

Fecha: 28/10/2015

NOMBRE DE LA EMPRESA: Las Palmeras

CAPACIDAD INSTALADA ANUAL (m³):

DIRECCIÓN:

REGISTRO RNF: IF-4321

Especie: *Pinus sp.*

ENCARGADO: Sr. Manuel Rodas

MAQUINARÍA A UTILIZAR:

Sierra Principal: _____

Sierra Secundaria: _____

Otro tipo de Maquina: _____

Troza No.	Volumen en Troza (m ³)	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)	Volumen Lepa/Leña (m ³)	Rendimiento (%)	Volumen Aserrín (m ³)	Rendimiento (%)		
1	0.75	0.66	89%	0.01	1%	0.08	11%		
2	0.62	0.53	86%	0.004	1%	0.08	13%		
3	0.18	0.15	87%	0.01	8%	0.02	14%		
4	0.12	0.10	86%	0.02	16%	0.01	7%		
5	0.13	0.12	91%	0.01	5%	0.01	4%		
6	0.15	0.10	70%	0.04	24%	0.01	7%		
7	0.18	0.12	66%	0.06	31%	0.02	9%		
8	0.12	0.09	71%	0.01	12%	0.03	23%		
9	0.11	0.07	61%	0.02	15%	0.02	17%		
10	0.24	0.15	63%	0.07	30%	0.02	9%		
11	0.48	0.31	64%	0.10	21%	0.06	12%		
12	0.39	0.27	68%	0.06	15%	0.06	14%		
13	0.28	0.18	65%	0.05	18%	0.03	12%		
14	0.29	0.24	83%	0.06	22%	0.01	4%		
15	0.38	0.24	63%	0.08	22%	0.06	15%		
16	0.45	0.22	49%	0.12	26%	0.04	8%		
17	0.53	0.31	59%	0.18	35%	0.06	11%		
18	0.61	0.45	75%	0.10	16%	0.08	14%		
19	0.37	0.25	67%	0.15	40%	0.02	6%		
20	0.20	0.10	52%	0.06	29%	0.02	10%		
21	0.20	0.12	60%	0.04	21%	0.03	16%		
22	0.18	0.12	69%	0.06	32%	0.02	9%		
23	0.42	0.22	52%	0.14	33%	0.04	10%		
24	0.17	0.12	72%	0.04	26%	0.02	9%		
25	0.20	0.12	63%	0.08	39%	0.01	7%		
26	0.16	0.11	68%	0.06	37%	0.01	9%		
27	0.16	0.10	66%	0.04	25%	0.01	9%		
28	0.17	0.13	75%	0.08	45%	0.02	9%		
29	0.20	0.12	60%	0.04	21%	0.03	16%		
30	0.15	0.10	65%	0.04	30%	0.01	7%		
31	0.53	0.23	43%	0.09	16%	0.02	3%		
32	0.26	0.17	67%	0.07	26%	0.02	8%		
RENDIMIENTO MEDIO			67.99%	RENDIMIENTO MEDIO		23.06%	RENDIMIENTO MEDIO		10.39%

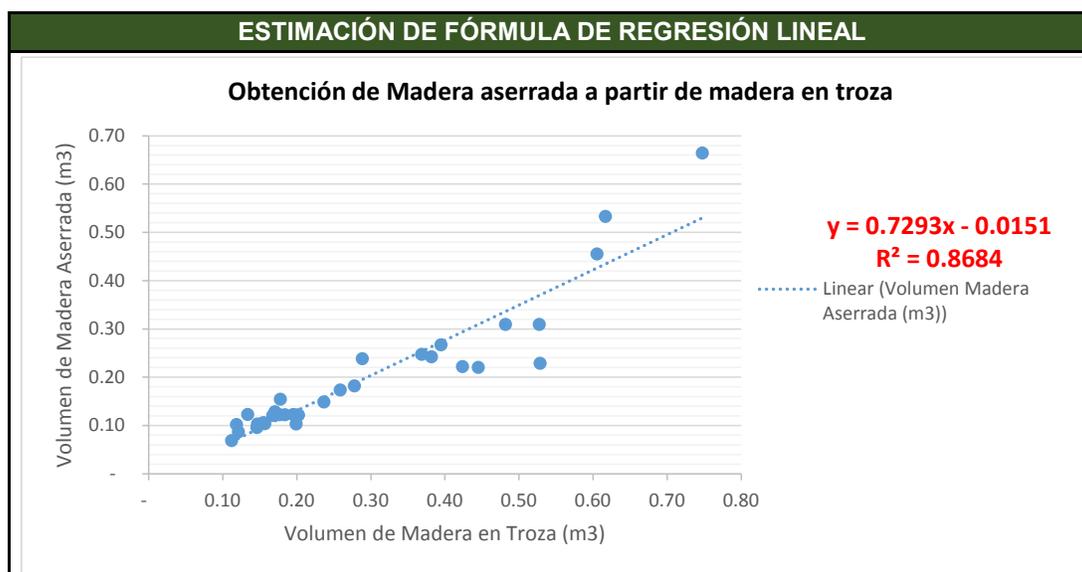


Instituto Nacional de Bosques
Más Bosques. Más Vida

ANÁLISIS ESTADÍSTICO MADERA ASERRADA

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: MADERA ASERRADA	
Media	67.99%
Desviación estándar	11.60%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	2.05%
Error de Muestreo	4.02%
Mediana	66.71%
Moda	59.98%
Rendimiento Mínimo	43.22%
Rendimiento Máximo	91.44%
Límite de confianza inferior	63.97%
Límite de confianza superior	72.01%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	0.93
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Muy Fuerte



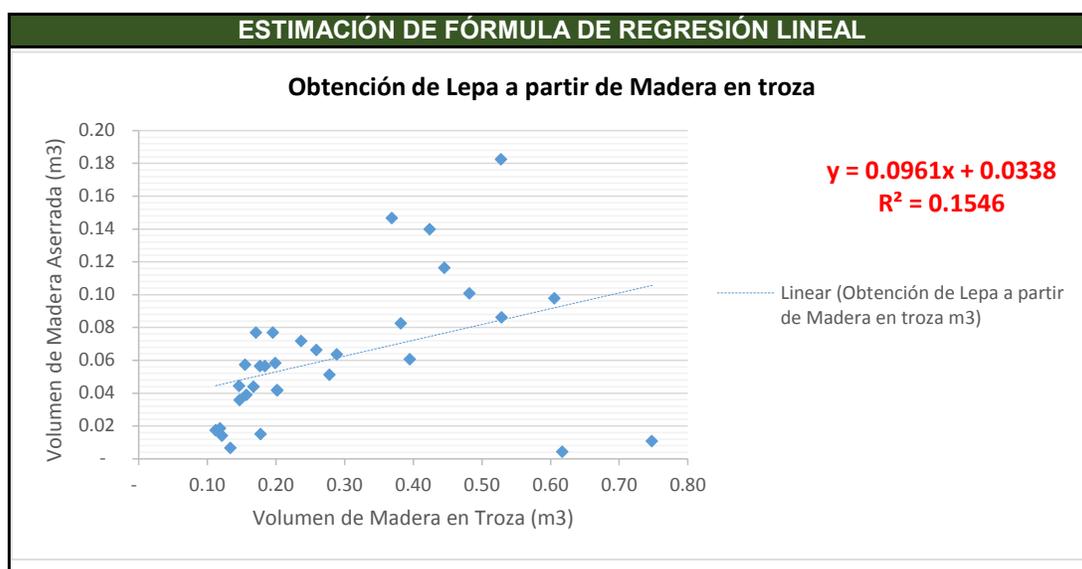


Instituto Nacional de Bosques
Más Bosques. Más Vida

ANÁLISIS ESTADÍSTICO LEPA

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA SUBPRODUCTO: LEPA	
Media	23.06%
Desviación estándar	10.94%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	1.93%
Error de Muestreo	3.79%
Mediana	23.13%
Moda	20.61%
Rendimiento Mínimo	0.70%
Rendimiento Máximo	45.04%
Límite de confianza inferior	19.27%
Límite de confianza superior	26.85%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	0.39
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Débil



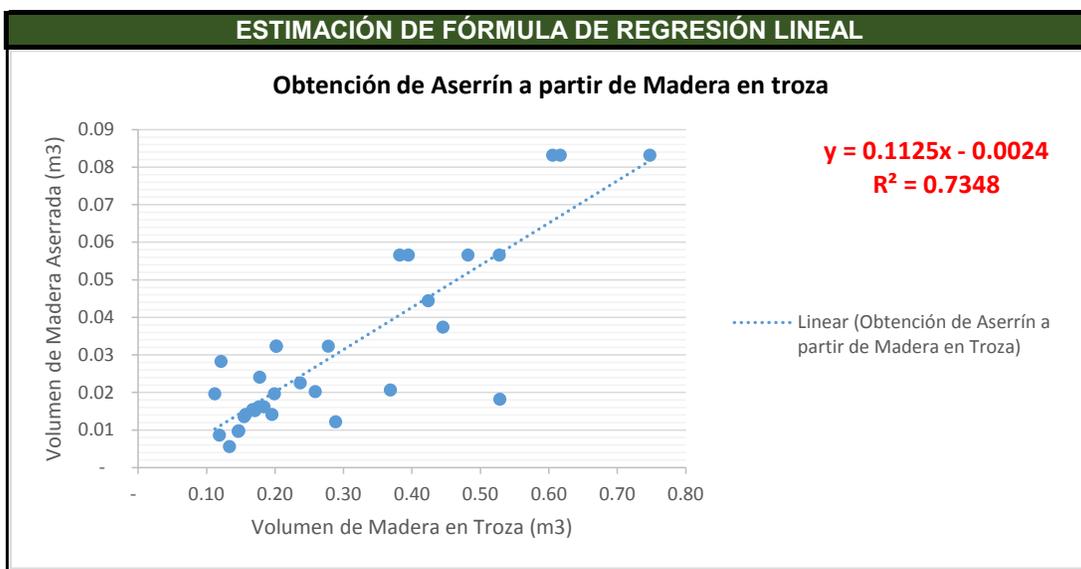


Instituto Nacional de Bosques
Más Bosques, Más Vida

ANÁLISIS ESTADÍSTICO ASERRÍN

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PRODUCTO: ASERRÍN	
Media	10.39%
Desviación estándar	4.29%
Número de muestras	32
Valor de t para (n-1) grados de libertad para 95% de probabilidad, más de 30 muestras.	1.96
Error Estandar de la Media Muestral	0.76%
Error de Muestreo	1.49%
Mediana	9.35%
Moda	15.98%
Rendimiento Mínimo	3.44%
Rendimiento Máximo	23.30%
Límite de confianza inferior	8.90%
Límite de confianza superior	11.87%

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
Coefficiente de correlación de pearson	0.86
Tipo de Correlación Negativa	No existe correlación Negativa
Tipo de Correlación Positiva	Positiva Considerable





Para mayor información comunicarse al Instituto Nacional de Bosques

www.inab.gob.gt

Oficinas centrales

7 av. 12-90 zona 13, Ciudad de Guatemala
PBX: (502) 2321-2626

Área de proyectos

7 av. 6-80 zona 13, Ciudad de Guatemala
PBX: (502) 2321-4646



Instituto Nacional de Bosques
Más bosques. Más vida

