



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE**

Proyecto de investigación previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal  
Sostenible

**TEMA**

**RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE *Eucalyptus*  
*globulus* Labill (EUCALIPTO) CON SIERRA CIRCULAR Y DE  
CINTA EN EL CANTÓN RIOBAMBA. AÑO 2018**

**AUTOR**

ING. MIGUEL ANGEL GUALLPA CALVA

**DIRECTOR**

ING. PEDRO SUATUNCE CUNUHAY, MSc.

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2018**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE**

Proyecto de investigación previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal  
Sostenible

**TEMA**

**RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE *Eucalyptus*  
*globulus* Labill (EUCALIPTO) CON SIERRA CIRCULAR Y DE  
CINTA EN EL CANTÓN RIOBAMBA. AÑO 2018**

**AUTOR**

ING. MIGUEL ANGEL GUALLPA CALVA

**DIRECTOR**

ING. PEDRO SUATUNCE CUNUHAY, MSc.

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2018**

# CERTIFICACIÓN

El Ing. Pedro Suatunce Cunuhay, MSc., Director del Proyecto de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo Forestal Sostenible.

## CERTIFICA:

Que el Ing. Miguel Angel Guallpa Calva, con cedula de identidad 0603269549, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de Investigación titulado: **“RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE *Eucalyptus globulus* Labill (EUCALIPTO) CON SIERRA CIRCULAR Y DE CINTA EN EL CANTÓN RIOBAMBA. AÑO 2018”**, el mismo que se encuentra apto para la presentación y sustentación respectiva.

Quevedo, 16 de noviembre de 2018

---

**Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, MSc.**

**DIRECTOR**

## **AUTORÍA**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Investigación titulado: **“RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE *Eucalyptus globulus* Labill (EUCALIPTO) CON SIERRA CIRCULAR Y DE CINTA EN EL CANTÓN RIOBAMBA. AÑO 2018”**. Me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

---

**Ing. Miguel Angel Gualpa Calva**

CI: 0603269549

## **DEDICATORIA**

A Dios por las bendiciones recibidas.

A mis padres Rosa y José, con mucho aprecio y admiración.

También dedico este proyecto a las personas allegadas que en todo momento me impulsaron para culminar con esta meta, a mis queridas hermanas; Rosa Ana y Joselyn, mis hermanos: Javier, Omar, Francisco, Cristian, y Diego. También a mis sobrinas: Michel, Anahí y a mi sobrino Kevin de quienes espero sigan el ejemplo de constancia, trabajo y dedicación hacía la conquista de los retos.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a través de la Unidad de Posgrado, especialmente al cuerpo Directivo, Docente y Administrativo, por permitirme cumplir una etapa más de formación académica en esta prestigiosa institución.

Agradezco al Ing. Pedro Suatunce por la atinada dirección de este trabajo, por dedicar parte de su valioso tiempo en aclarar mis dudas, y sus valiosos aportes que permitieron el desarrollo de mi investigación.

A Vladimir Benavides amigo de lucha durante el desarrollo de este nuevo proyecto académico.

A la Sra. Nancy Rodríguez y el Sr. Luis Pinduisaca propietarios de los aserraderos motivo de estudio en el cantón Riobamba, por las facilidades otorgadas para el levantamiento de información de campo, espero que los resultados obtenidos en el presente estudio les sean de utilidad para mejorar la calidad y eficiencia de sus actividades productivas.

A los colegas forestales que me apoyaron en las arduas jornadas del trabajo de campo: Marlon Córdova y Alex Espín.

Finalmente, mi agradecimiento a Dios por haberme mostrado el camino, dado la sabiduría y la fuerza necesaria para llevar a feliz término este trabajo.

## **PRÓLOGO**

La información es escasa, especialmente sobre el rendimiento del proceso de transformación de la madera rolliza en tablas y costeras, lo cual incide en la toma de decisiones para inversión y manejo de ciertas actividades de aserrío al utilizar la sierra circular y sierra circular combinada con el sistema de cinta. Con énfasis en los tiempos, rendimientos, productividad, costos y rentabilidad. Para el levantamiento de datos en campo, definición del tamaño de la muestra, marcado, medición de las trozas y tablas resultantes. El monitoreo de la secuencia de actividades del proceso, complementado con el registro de elementos productivos, administrativos y financieros.

Los resultados muestran que existen diferencias significativas del tiempo total de aserrado de un determinado volumen de pies tablares, el rendimiento y la productividad entre los dos tipos de proceso de aserrado evaluados. El cálculo de costos y rentabilidad de los aserraderos son valiosos aportes para medir las ventajas y desventajas de tal forma que se pueda tomar decisiones técnicas y de administración de los mismos a fin de lograr un funcionamiento óptimo a mediano y largo plazo en aquellos cuyas condiciones sean similares.

---

**Ing. Víctor Manuel Espinoza, Mgs.**  
**Consultor Forestal**

## RESUMEN EJECUTIVO

La necesidad de indagar sobre los indicadores de productividad durante el proceso de transformación de madera en rollo a madera escuadrada de *Eucalyptus globulus* al comparar el nivel tecnológico de dos aserraderos, que utilizan sierra circular y el sistema sierra circular más la sierra de cinta, dada la importancia que tiene en la toma de decisiones de administración y manejo de los aserraderos en el cantón Riobamba, motivó el presente estudio, para determinar los tiempos, rendimientos, los costos y rentabilidad del proceso. Los tamaños de las muestras fueron de 210 y 205 trozas. Para conocer el tiempo de conversión de las trozas se usó el método de “vuelta a cero” y en el rendimiento se relacionó el volumen aserrado con el volumen en rollo de las trozas. Los costos se estimaron al agrupar los componentes producción, administración, las ventas y financiero. La rentabilidad mediante el cálculo del margen bruto de utilidad (MBU) y margen de utilidad neta (MUN). Los resultados indican que los tiempos para procesar 1,000 pt (2.36 m<sup>3</sup>) son de 112,73 y 167,36 minutos. Con rendimientos de 27,74% en el aserradero A y de 48,84 % para el aserradero B, es decir, por cada metro cúbico de madera en rollo (m<sup>3</sup>. r) procesada, se obtuvo 117 pt (0,277 m<sup>3</sup>) y 207 pt (0.488 m<sup>3</sup>) de madera aserrada. Los dos aserraderos evidencian costos de producción similares de 0,29 y 0,27 USD/pt, su rentabilidad por vender tablas y costeras de eucalipto generaron un margen de utilidad neta de 61 y 87 dólares respectivamente.

**Palabras clave:** Aserraderos, *Eucalyptus globulus*, madera aserrada, rentabilidad, tipo de sierra.

## ABSTRACT

The need to inquire about the productivity indicators during the process of transformation of round wood to squared wood of *Eucalyptus globulus* when comparing the technological level of two sawmills, which use circular saw and the circular saw system plus the band saw, given the importance in decision making management and management of sawmills in the canton Riobamba, motivated the present study, to determine the times, yields, costs and profitability of the process. The sizes of the samples were 210 and 205 logs. To know the conversion time of the logs, the "return to zero" method was used and in the yield the sawn volume was related to the log volume of the logs. The costs were estimated by grouping the production, administration, sales and financial components. Profitability through the calculation of gross profit margin (MBU) and net profit margin (MUN). The results indicate that the times to process 1,000 pt (2.36 m<sup>3</sup>) are of 112.73 and 167.36 minutes. With yields of 27.74% in sawmill A and 48.84% for sawmill B, that is, for each cubic meter of roundwood (m<sup>3</sup>. R) processed, 117 pt (0.277 m<sup>3</sup>) and 207 pcs were obtained. pt (0.488 m<sup>3</sup>) of sawn wood. The two sawmills show similar production costs of 0.29 and 0.27 USD / pt, their profitability for selling tables and coastal eucalyptus generated a net profit margin of 61 and 87 dollars respectively.

**Keywords:** Sawmills, *Eucalyptus globulus*, sawed wood, profitability, mountain type

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	i
HOJA EN BLANCO .....	ii
COPIA DE LA PORTADA .....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AUTORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
PRÓLOGO.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	ix
ABSTRACT.....	x
TABLA DE CONTENIDO.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPITULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 Problemas Derivados.....	3
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPITULO II MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	7
2.1.1 Madera.....	7
2.1.2 Madera aserrada.....	7
2.1.3 Pie tablar.....	7
2.1.4 Industria forestal.....	7

2.1.5	Industria de aserrío.....	7
2.1.6	Tratamiento especial de productos.....	8
2.1.7	Maquinaria indispensable.....	8
2.1.8	Evaluación de las industrias de aserrío.....	8
2.1.9	Factores que inciden sobre los rendimientos de madera aserrada.....	9
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2.1	El Eucalipto.....	10
2.2.1	Diseño preliminar.....	10
2.2.2	Aserrío de trozas.....	11
2.2.3	Tipo de aserrado.....	11
2.2.4	Técnicas del proceso de aserrío.....	12
2.2.5	Eficiencia del aserrado.....	13
2.2.6	Rendimiento volumétrico.....	13
2.2.7	Costo de producción.....	16
2.2.8	Elementos de los costos de producción.....	17
2.2.9	Estructura de costos e ingresos.....	18
2.2.10	Rentabilidad financiera.....	19
2.2.11	Investigaciones a utilizar como soporte para el presente estudio.....	20
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	21
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		22
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.1	Exploratoria.....	23
3.1.2	Descriptiva.....	23
3.1.3	De campo.....	23
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.2.1	Método descriptivo.....	24
3.2.2	Método explicativo.....	24
3.3	CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN...	24
3.3.1	Población y muestra .....	24
3.3.2	Técnicas de investigación.....	26
3.3.3	Instrumentos de la Investigación.....	27
3.4	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO .....	27

3.5	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	27
3.5.1	Revisión de información de transformación primaria en la industria Forestal.....	28
3.5.2	Reunión con expertos del área forestal.....	28
3.5.3	Elaboración de instrumentos de investigación.....	28
3.5.4	Verificación del número de aserraderos.....	28
3.5.5	Adquisición de equipos y materiales de medición.....	28
3.5.6	Capacitación de personal.....	28
3.5.7	Visitas a los aserraderos para levantamiento de la información.....	29
3.6	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	34
3.6.1	Cubicación de las trozas.....	34
3.6.2	Determinación del tiempo de aserrado de 1,000 pies tabla (2.36 m <sup>3</sup> ).....	35
3.6.3	Cubicación de las piezas aserradas.....	35
3.6.4	Determinación del rendimiento de madera aserrada.....	36
3.6.5	Categorías de diámetro y conicidad de las trozas.....	36
3.6.6	Determinación de la productividad del aserrío.....	37
3.6.7	Determinación de los costos y rentabilidad del aserrado.....	37
	CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1	TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE ASERRÍO.....	40
4.2	TIEMPOS Y RENDIMIENTOS POR CONICIDAD DE LAS TROZAS.....	43
4.2.1	Categoría diamétrica del aserradero A.....	43
4.2.2	Categoría diamétrica del aserradero B.....	45
4.2.3	Conicidad de trozas del aserradero A.....	47
4.2.4	Conicidad de trozas del aserradero B.....	48
4.3	COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE LA TRANSFORMACIÓN PRIMARIA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE SIERRA UTILIZADA.....	50
4.3.1	Costos de producción.....	50
4.3.2	Rentabilidad financiera.....	52
	CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1	CONCLUSIONES.....	60
5.2	RECOMENDACIONES.....	60
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
	ANEXOS.....	66

## INDICE DE TABLAS

N° Tabla	Pág
1. Proceso de aserrado en base al tipo de sierra.....	11
2. Número de trozas requeridas por aserradero evaluado.....	26
3. Tiempos y movimientos identificados y registrados en los dos aserraderos.....	32
4. Distribución de las trozas en categorías diamétricas y por conicidad.....	36
5. Estimadores estadísticos de los tiempos y rendimientos con sierra circular del Aserradero A.....	40
6. Estimadores estadísticos de los tiempos y rendimientos con sierra circular + sierra de cinta del aserradero B.....	41
7. Prueba de Mann-Whitney a los indicadores de productividad en la operación de aserrío.....	42
8. Tiempos y rendimientos por categoría diamétrica en el proceso con sierra circular del aserradero A.....	44
9. Tiempos y rendimientos por categoría diamétrica con sierra circular + sierra de cinta del aserradero B.....	46
10. Tiempos y rendimientos por conicidad de trozas en el aserradero A.....	47
11. Tiempos y rendimientos por conicidad de trozas en el aserradero B.....	49
12. Prueba de Mann Whitney para el diámetro mayor, menor y la conicidad de las trozas.	50
13. Costos variables y fijos de la producción de los aserraderos en estudio.....	51
14. Resumen de la estructura de costos y gastos del aserradero A.....	53
15. Ingresos por la venta de tablas del aserradero A.....	54
16. Estado de resultados del aserradero A.....	54
17. Indicadores de rentabilidad del aserradero A.....	55
18. Resumen de la estructura de costos y gastos del aserradero B.....	56
19. Ingresos por la venta de tablas del aserradero B.....	57
20. Estado de resultados del aserradero B.....	57
21. Indicadores de rentabilidad del aserradero B.....	58

## INDICE DE FIGURAS

N° Figura	Pág
1. Mapa de ubicación de los dos aserraderos seleccionados para el estudio en el cantón Riobamba.....	25
2. Códigos para la identificación de las muestras.....	29
3. Medición de una sección de madera en rollo.....	29
4. Medición de una pieza de madera aserrada .....	30
5. Diagrama de flujo del aserradero A .....	31
6. Diagrama de flujo del aserradero B .....	31
7. Incidencia de los elementos que intervienen en la estructura de los costos de producción de los aserraderos evaluados.....	52

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador en 2011 la producción de madera aserrada fue de 519 mil m<sup>3</sup>. Las industrias forestales del Ecuador producen cantidades relevantes de madera aserrada, la cual registra como el producto con el mayor crecimiento con 11% en comparación al año 2010, seguido de madera en rollo con 1%. Los demás productos no registran crecimiento (PRO ECUADOR, 2013). En efecto durante el período 2007-2010, la madera autorizada para aprovechamiento con el 58,5% que correspondió a plantaciones forestales (Palacios y Quiroz, 2012). En las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo para el periodo 2008 – 2009, se autorizó aprovechar 580,2 miles de m<sup>3</sup>.

La existencia de alrededor de 30 aserraderos y escasa información de los factores que influyen en la productividad durante el proceso de transformación de madera en rollo a madera escuadrada de *Eucalyptus globulus* que puede variar de un aserradero a otro considerando que generalmente la mayoría cuentan con una sierra circular para la conversión, en la ciudad pocos aserraderos utilizan la sierra de cinta para el proceso (Aldás, 2014). En este contexto se pretende contrastar el nivel tecnológico de dos aserraderos que utilizan sierra circular y la combinación sierra circular y de cinta. Las posibles condiciones diferentes de administración, operación, los costos y rentabilidad que implica su producción, lo cual conlleva un mayor o menor grado de generación y acumulación de residuos forestales propiciando impactos negativos en el aspecto económico y ambiental de las fábricas.

En consecuencia la presente investigación pretende centrarse en el aprovechamiento primario de la madera al investigar la productividad como resultado de emplear la sierra circular y de cinta con el propósito de identificar cuellos de botella en las operaciones de producción a partir de la selección de dos aserraderos para el estudio, revisión del estado del arte sobre la productividad de los mismos, el levantamiento de información de campo, el procesamiento y análisis de resultados, a fin de generar elementos que orienten la toma de decisiones de manejo eficiente de las operaciones de producción para que se eleve el grado de productividad, se asegure la rentabilidad de la inversión y la mayor

disponibilidad de materia prima con la consecuente disminución de residuos forestales. El perfil de investigación está compuesto de los siguientes capítulos.

En el capítulo I, se describe el marco contextual de la investigación, la situación actual del problema y sus problemas derivados, el objetivo general, específicos, y la justificación del trabajo desarrollado. En el capítulo II, el marco teórico de la investigación que contiene la parte teórica; insumos importantes para fundamentar la presente investigación.

En el capítulo III, se describe la metodología de la investigación, instrumentos, procesamientos, parámetros que se toman en consideración para la elaboración del presente proyecto de investigación. En el capítulo IV, comprende el análisis de los resultados y discusión en base a cada objetivo planteado. En, el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Finalmente, se incluye la bibliografía y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

El *E. globulus* Labill para el periodo 2008 – 2009, ocupó el primer lugar con el 19,43% del volumen total de madera autorizada y aprovechada del país (MAE, 2010). A nivel de Ecuador no se dispone de datos oficiales sobre porcentaje de aprovechamiento por m<sup>3</sup> de madera en rollo al utilizar sierras circulares y de cinta o su combinación. Aunque se indica que el tipo de aserrío determina un mejor aprovechamiento de la materia prima (Ecuador forestal 2013).

En la ciudad de Riobamba en base a la información proporcionada por la oficina Técnica del Ministerio del Ambiente Chimborazo (2018) y verificación in situ funcionan alrededor de 30 aserraderos, de los cuales 18 aserraderos (60%) cuentan con una sierra principal industrial; 4 con sierra circular (13,33%) y los 8 restantes (26,67%) están provistos de una sierra principal y de cinta para la transformación de madera rolliza a madera aserrada. En tal sentido preocupa la situación actual existente en el grado de aprovechamiento de la materia prima entrante versus los productos primarios que se obtienen en las medianas y pequeñas industrias con el propósito entender el grado de aprovechamiento frente a la cantidad de residuos que se generan a causa de la tecnología empleada en el proceso de transformación de la madera aserrada, los impactos económicos y ambientales como consecuencia del tipo de tecnología a fin de plantear directrices que permitan a mediano y largo plazo incrementar el nivel de productividad.

## **1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA**

El aserrío representa el proceso mediante el cual la madera en rollo se convierte en tablas, tablones, vigas entre otros, utilizando maquinaria, equipo, recurso humano, fuentes de energía y dinero; durante un tiempo y derivado de un diferente nivel tecnológico, lo cual influye en la productividad de la transformación primaria y que se refleja en una variabilidad de los costos de producción (García *et al.*, 2001).

A nivel de Ecuador y la ciudad de Riobamba no se dispone de información sobre la relación entre los productos resultantes y el diámetro, clase, calidad, forma de las trozas

a procesar, los tiempos empleados en los procesos, el patrón de corte, el tipo de sierra, la calidad y dimensiones de los productos generados, la habilidad y capacidad del operario y las condiciones de mantenimiento del equipo; por lo que algunos estudios se han centrado en conocer el efecto que tienen esas variables sobre la productividad. En la especie *Pinus radiata*, según Aldás (2014) reporta que la sierra de cinta permite obtener un mayor rendimiento en el aserrado de la troza con un aprovechamiento del 45%, en relación al 35% que se obtuvo utilizando la sierra circular, procesos que dan lugar a la generación de residuos entre el 55% y 65% respectivamente. En tal sentido se investigó sobre el rendimiento de madera aserrada de *E. globulus* considerando las características de la materia prima y las actividades que forman parte de las operaciones en el proceso de transformación primaria a nivel de aserradero.

### **1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo incide la utilización de la sierra circular y de cinta en el rendimiento de madera aserrada de *E. globulus* en el cantón Riobamba?

#### **1.3.1 Problemas Derivados**

¿Cómo afecta el esquema de operación con sierra circular comparado con el sistema sierra circular y de cinta en el rendimiento de madera aserrada?

¿Cuál es el valor por pie tablar al utilizar la sierra circular o el sistema sierra circular y de cinta, considerando los diferentes factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada de la especie en estudio como parte del aprovechamiento primario?

### **1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Para tal estudio, se seleccionaron dos aserraderos dedicados a la transformación de la materia prima a madera aserrada de *E. globulus*. Físicamente, las instalaciones se sitúan dentro del cantón Riobamba.

**CAMPO:** Silvicultura

**ÁREA:** Producción

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Manejo silvicultural, protección, aprovechamiento sostenible y transformación de productos forestales de plantaciones y bosques naturales.

**LUGAR:** Cantón Riobamba

**TIEMPO:** Enero a junio 2018.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Evaluar el rendimiento de madera aserrada de *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto) con sierra circular y de cinta en el cantón Riobamba.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los tiempos y rendimientos del proceso de aserrío de madera de eucalipto
- Valorar los tiempos, rendimientos por diámetro y conicidad de las trozas
- Establecer los costos de producción y la rentabilidad de la transformación primaria en función del tipo de sierra utilizada

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

La escasa información existente sobre el rendimiento de madera aserrada de *E. globulus* en condiciones variables de una tecnología a otra en el cantón Riobamba. Inciden en el grado de generación y acumulación de residuos forestales propiciando impactos negativos en el aspecto económico y ambiental de las fábricas. Razones que motivaron identificar los factores que influyen en la productividad durante el proceso de transformación primaria de la madera considerando la utilización de la sierra circular y de cinta. Las posibles condiciones diferentes de administración, operación, con el propósito de obtener información técnica de aspectos como: tiempos de operación en función de varias clases diamétricas, el largo, la conicidad de la trocería, y su relación con los costos y rentabilidad que implica obtener tablas como producto del aprovechamiento de la materia prima de eucalipto. A fin de disponer de información técnica del sistema de aserrado que brinde una mejor optimización de la materia prima y contribuya a la disminución de residuos forestales a nivel de aserradero.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL**

### **2.1.1 Madera**

La madera es un material natural, biológico, renovable, orgánico, poroso, higroscópico, anisotrópico, heterogéneo que se produce mediante la transformación del árbol. Utilizado como combustible, materia prima para la fabricación de papel, mobiliario, construcción de viviendas y una gran variedad de utensilios para diversos usos (Cruz de León, 2011)

### **2.1.2 Madera aserrada**

Es la madera proveniente del seccionado longitudinal de las trozas. Se incluyen los tablones, vigas, viguetas, tablas, cuarterones, listones, listones de cielo raso, tablas para cajones, durmientes, entre otros (PRO ECUADOR, 2013).

### **2.1.3 Pie tablar**

Es una medida inglesa, y su uso es para madera aserrada. Esta unidad representa una tabla con dimensiones de 1 pulgada de alto, por un pie de ancho, por un pie de largo, que equivaldría a  $0,002359 \text{ m}^3$ , o  $1 \text{ m}^3$  equivaldría a 423,77 pt (Rivas, 2013).

### **2.1.4 Industria forestal**

Son aquellas unidades productoras que procesan trozas de madera, para desarrollar una o más líneas de producción (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017).

### **2.1.5 Industria de aserrío**

Es aquella que a partir de la troza de madera y con la utilización de aserraderos de cinta, de bastidor o de disco, obtienen madera cortada longitudinal y transversalmente en diferentes dimensiones (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017).

### **2.1.6 Tratamiento especial de productos**

Los aserraderos de sierra de cinta, bastidor o circular, deberán cumplir con los requisitos mínimos, en cuanto a la calidad de la madera aserrada o producto final obtenido y uso de los desperdicios. Las marcas que la sierra realiza en la superficie de la madera, no deban ser mayores a un milímetro de profundidad (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017).

### **2.1.7 Maquinaria indispensable**

Para disminuir la cantidad y optimizar el uso de los desperdicios, los aserraderos que laboran más de 1000 m<sup>3</sup> de trozas por año, deberán instalar las siguientes maquinarias: sierra canteadora y cepilladora, que cubran la cantidad de procesamiento anual. Los aserraderos deberán utilizar rentablemente sus residuos y desperdicios provenientes de esta actividad (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017).

### **2.1.8 Evaluación de las industrias de aserrío**

La etapa de evaluación del aserrío está sujeta a la interacción de un sin número de variables, a las que se agregan constantemente nuevos factores que pueden modificar considerablemente las operaciones iniciales. Donde el término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera en rollo y el volumen resultante en productos aserrados (Aguilera *et al.*, 2005; Valério *et al.*, 2007), afectado por el diámetro, clase, calidad y forma de las trozas a procesar, los tiempos empleados en los procesos, el patrón de corte, el tipo de sierra, la calidad y dimensiones de los productos generados, la habilidad, capacidad del operario y las condiciones de mantenimiento del equipo.

### **2.1.9 Factores que inciden sobre los rendimientos de madera aserrada**

El efecto del diámetro sobre el rendimiento, nos obliga a pensar en la necesidad del perfeccionamiento del aserrado de trozas de pequeñas dimensiones, y trazar, además, una política que garantice, en lo posible, un mayor desarrollo de las existencias maderables, con el objetivo de obtener trozas de grandes dimensiones y calidad, destinadas a los aserraderos (Wade *et al.*, 1992).

#### *2.1.9.1 Longitud y conicidad de las trozas*

El rendimiento de las trozas en el proceso de aserrado es afectado por la longitud, y por la conicidad. En la medida que aumentan la longitud y la conicidad, se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. Al aserrar las mismas, generalmente, gran cantidad de madera se pierde en forma de residuo. Por lo tanto, una de las formas de incrementar el rendimiento es mediante la optimización del troceado y aserrado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requerida. Esta observación es de peculiar importancia para la industria cubana del aserrado (Wade *et al.*, 1992).

#### *2.1.9.2 Tipo de sierra*

Demuestra que el ancho de corte influye sobre el rendimiento de la madera aserrada, ya que una vía de corte ancha se traduce en más pérdida de fibras de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria. La influencia del tipo de sierra sobre el rendimiento, suscita la necesidad de adquirir aserraderos de sierra principal de banda, en lugar de sierra alternativa múltiple o circular, para un mejor aprovechamiento de la materia prima (Wade *et al.*, 1992).

#### *2.1.9.3 Calidad de las trozas*

Uno de los factores a tener en cuenta, particularmente en la sierra principal, para maximizar el volumen es la calidad de la troza. El rendimiento disminuye con el deterioro de la calidad de las trozas, ya que al eliminarse, o evitar efectos en el aserrado de trozas de baja calidad, se pierde gran cantidad de madera en forma de desperdicio en la sierra

principal y en la canteadora. Con un incremento en 0,1 de la proporción torcedura-diámetro, conduce al decrecimiento del rendimiento volumétrico en un 5% (Todoroki, 1995). Por lo tanto, es requisito indispensable para el incremento del rendimiento, tratar de obtener de la madera en trozas de más alta calidad (Álvarez *et al.*, 2002).

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 El Eucalipto**

Es una especie de alta capacidad productiva que prospera en terrenos forestales degradados o inutilizados, se desarrolla en condiciones edafoclimáticas diversas (ENCE, 2009). En la región sierra, es priorizada para la reforestación con fines comerciales debido a su adaptabilidad, rápido crecimiento y rentabilidad. Posee un rendimiento de 10-12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con un turno de corta entre el año 12 y el 15, llegando a la corta final con aproximadamente 350 a 400 árboles ha<sup>-1</sup>. Como trozas de más de 10 cm. de diámetro se exporta al Japón, Estados Unidos, Europa para pulpa de papel. Por ser madera dura la industria de la construcción la utiliza como columnas, vigas, parquet, entre otros. Se usa también para postes, durmientes en la fabricación de revestimientos, muebles, carpintería en general y como leña o carbón, arde bien, deja poca ceniza y se carboniza fácilmente produciendo un carbón de buena calidad (MAGAP, 2015).

### **2.2.2 Diseño preliminar**

Las tendencias tienen consecuencias importantes sobre la industria del aserrado actual, por lo que a nivel mundial se han implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los indicadores de la eficiencia en los aserraderos, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose principalmente en la pericia y habilidad del personal técnico del aserradero y en las características de la materia prima, hasta las que parten de programas de optimización que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo.

### **2.2.3 Aserrío de trozas**

Consiste en la transformación de las trozas en madera aserrada de distintas escuadrías, según los productos que se hayan seleccionado para los patrones de corte. Para lograr esta transformación es necesario combinar recursos como son las máquinas, los operadores, los sistemas de recolección de información, los programas de planificación, entre otros. A continuación, se indica los principales pasos para el proceso de aserrado, que va desde la recepción de trozas hasta el almacenamiento, estos varían dependiendo de la automatización del aserradero (Tabla 1).

**Tabla 1.** Proceso de aserrado en base al tipo de sierra

<b>Proceso sierra circular</b>	<b>Proceso sierra de cinta</b>
Recepción de la madera	Recepción de la madera
Cubicación del viaje	Cubicación del viaje
Arreglo de las trozas en el patio	Arreglo de las trozas en el patio
Ingreso de la troza a la sierra circular para ser transformada en bloque	Ingreso de la troza a la sierra circular para ser transformada en bloque
El bloque es transformado en tablas	El bloque es llevado a la zona de productos semielaborados
Ubicación del producto terminado	Los bloques ingresan a la sierra de cinta
Verificación del producto terminado	Ubicación del producto terminado
Almacenamiento del producto terminado	Verificación del producto terminado
	Almacenamiento del producto terminado

**Fuente:** (Aldás, 2014)

#### **2.2.4 Tipo de aserrado**

Un indicador de un aprovechamiento eficiente es el tipo de aserrío que se emplea. El proceso consiste en la forma de cortar la madera o despiece de la troza (Calderón & Sosa, 2012).

#### **2.2.5 Técnicas del proceso de aserrío**

Para definir el tipo de despiece a emplear por troza Castelo (2011), sostiene que se debe considerar los siguientes aspectos:

#### *2.2.5.1 Diámetros de las trozas*

Conocedores del tema indican que el diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas; por lo tanto, el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento y menor ganancia en los aserraderos. El efecto del diámetro sobre el rendimiento nos obliga a pensar en la necesidad del perfeccionamiento del aserrado de trozas de pequeñas dimensiones y trazar, además, una política que garantice en lo posible un mayor desarrollo de las existencias maderables con el objetivo de obtener trozas de grandes dimensiones calidad destinada a los aserraderos.

#### *2.2.5.2 Longitud, conicidad y diagramas de troceado*

El rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío es afectado por la longitud y por su conicidad. En la medida que aumenten ambos parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. La aplicación de diagramas adecuados de troceo permite la obtención de trozas de alta calidad posible con una longitud adecuada, requisito indispensable para aumentar el rendimiento.

#### *2.2.5.3 Calidad de las trozas*

Las dimensiones y el volumen de la madera aserrada, bajo las prácticas corrientes del procesamiento tienen una relación directa con las diferentes clases de calidad de trozas.

#### *2.2.5.4 Tipo de maquinarias y sierras*

El ancho de corte influye sobre el rendimiento de madera aserrada, ya que una vía de corte ancha, se traduce en más pérdida de fibras de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria.

#### *2.2.5.5 Diagrama de corte*

Los diagramas de corte tienen gran incidencia sobre la eficiencia de la conversión de madera aserrada; dependiendo de la calidad de la troza, diseño del aserrío y de los gradientes de precio de la madera existente. La aplicación de diagramas de corte teniendo en cuenta el diámetro, longitud, calidad y conicidad de las trozas; así como el tipo de sierra y otros factores, es una variante que favorece el incremento en calidad y cantidad de la producción de madera aserrada (Castelo, 2011).

### **2.2.6 Eficiencia del aserrado**

Se calcula a partir de un cociente entre la estimación del volumen de trozas que ingresan y el producto bruto de la madera aserrada que egresa. Este porcentaje se utiliza para la planificación y análisis económico de una empresa (Valério *et al.*, 2007). Los tiempos y movimientos son una técnica de medición del trabajo empleado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de una tarea definida.

### **2.2.7 Rendimiento volumétrico**

Es la relación entre el volumen de madera aserrada de un pedido específico o de una clase de calidad determinada y el volumen total de madera aserrada obtenida de una troza o grupo de trozas (ambos volúmenes en m<sup>3</sup>) expresado en porcentaje (Aldás, 2014).

#### *2.2.7.1 Cubicación de las trozas*

Para la determinación del coeficiente y calidad de aserrío, se estima el volumen de la madera en rollo empleando la fórmula de Smalian (Rivas, 2013).

$$V = \frac{(\pi/4 \times DM^2) + (\pi/4 \times Dm^2)}{2} \times L$$

Donde:

V= Volumen de la troza (m<sup>3</sup>).

DM= Diámetro mayor de la troza (m).

Dm= Diámetro menor de la troza (m).

L= Longitud de la troza (m).

p = Constante (3.14159).

#### 2.2.7.2 Estudio de tiempos y movimientos

Se cuantifica aplicando el método de “vuelta a cero” descrito por Villagómez y García (1986), el cual corresponde a los métodos de muestreo aleatorio. El tiempo del proceso se debe llevar a cabo cuantificando cada actividad desde el inicio hasta el final, empleando una precisión de 1/100 segundos, convirtiéndose éste posteriormente a horas. El proceso de aserrío se clasifica en tiempo productivo e improductivo. Para estimar el tiempo productivo se divide el proceso en las siguientes actividades:

- Tiempo de carga.
- Tiempo de avance del carro escuadra.
- Tiempo de retroceso del carro escuadra.
- Tiempo de volteos de las trozas en el carro escuadra.
- Tiempo justificado.
- Tiempo no justificado.

Con la información de los cronometrajes se obtiene el tiempo requerido en minutos para aserrar 1,000 pies tablares (pt) (2.36 m<sup>3</sup>) considerando las siguientes variables:

- Tiempo de carga para aserrar 1,000 pt (min.).
- Tiempo de avance para aserrar 1,000 pt (min.).

- Tiempo de retrocesos para aserrar 1,000 pt (min.).
- Tiempo de volteos para aserrar 1,000 pt (min.).
- Tiempo justificado para aserrar 1,000 pt (min.).
- Tiempo no justificado para aserrar 1,000 pt (min.).
- Tiempo total para aserrar 1,000 pt (min.).

### 2.2.7.3 Cubicación de madera aserrada

La madera aserrada obtenida debe ser medida al milímetro para conocer su volumen real mediante la expresión sugerida por (Romahn *et al.*, 1987).

$$V_a = (g)(a)(l)$$

Donde:

$V_a$  = Volumen de la pieza aserrada ( $m^3$ ).

$g$  = Grueso de la pieza aserrada (m).

$a$  = Ancho de la pieza aserrada (m).

$l$  = Longitud de la pieza aserrada (m).

### 2.2.7.4 Determinación del rendimiento de madera aserrada

Con el volumen calculado a partir de las piezas aserradas y el volumen de la materia prima que se utiliza, se determina el rendimiento utilizando la ecuación (Nájera *et al.*, 2012).

$$R = \frac{V_{ta}}{V_{tr}} 100$$

### 2.2.7.5 Determinación de la conicidad de las trozas

La conicidad de la troza es la diferencia entre el diámetro de la base y el diámetro de la

punta con la distancia que las separa (Scanavaca y García, 2003; Vignote y Martínez, 2005). Con el objeto de evaluar este efecto sobre el rendimiento, el tiempo de aserrado y productividad, las trozas se agrupa por categoría de conicidad. Para su determinación se utiliza la siguiente relación:

$$C = (DM - Dm) / l$$

Donde:

C = Conicidad de la troza (cm/m).

DM = Diámetro mayor con corteza (cm).

Dm = Diámetro menor con corteza (cm).

l = Largo de la troza (m).

#### 2.2.7.6 Determinación de la productividad del aserrío

La productividad del aserrío se estima al relacionar el volumen de madera aserrada entre el tiempo requerido para aserrar dicho volumen, mediante la siguiente fórmula (García *et al.*, 2001):

$$P = \frac{Va}{Tt}$$

Donde:

P = Productividad del aserrío (m<sup>3</sup>/h).

Va = Volumen aserrado (m<sup>3</sup>).

Tt = Tiempo total de aserrado (h).

#### 2.2.8 Costo de producción

Según Hernández (2016), sostiene que los análisis de los costos reflejan los gastos de llevar adelante un proyecto o actividad. Para un proceso de producción simple, ocurrido en un año, con un factor de aporte fijo, un factor de aporte variable, y un producto, los distintos tipos de costos se clasifican en:

##### 2.2.8.1 Costo total

Conformado por la suma de los costos variables y los costos fijos generados en las áreas de producción, administración y ventas.

#### *2.2.8.2 Costo variable*

Es aquel que aumenta o disminuye en función del volumen de producción.

#### *2.2.8.3 Costo fijo*

Es aquel que no cambia aun cuando varíe el volumen de producción.

### **2.2.9 Elementos de los costos de producción**

#### *2.2.9.1 Materia prima*

Es el elemento principal que se requiere en la industria del aserrío para la producción de la madera aserrada, consiste en la trocería o madera en rollo en sus distintas presentaciones y clasificaciones (Hernández, 2016).

#### *2.2.9.2 Insumos y materiales*

Son los elementos necesarios para la elaboración de la madera aserrada, puede ser: diésel utilizado para la sierra cinta, energía eléctrica para la producción de la madera aserrada, o en su caso combustible para el movimiento de motores que sustituye a la energía eléctrica.

#### *2.2.9.3 Depreciación de maquinaria, equipos y herramientas.*

Es la disminución del valor de la maquinaria y equipo en el aserradero.

#### *2.2.9.4 Mantenimiento de máquinas y equipo*

Está constituido por los costos que se incurren para el mantenimiento preventivo/correctivo de las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de producción, así como las refacciones o componentes utilizados. Ejemplos: grasa, afilado de sierras y compra e instalación de refacciones, entre otros (Hernández, 2016).

Estos conceptos son las ideas clave que determinan costos, ingresos y retornos netos cada año. Para inversiones simples, se pueden utilizar como parte del análisis los elementos antes mencionados para calcular las ganancias de invertir fondos al inicio de un año, recibiendo la ganancia en el mismo año. Sin embargo también es necesario incorporar otros elementos como: la inversión en activos fijos y diferidos, el capital de trabajo, amortización de la deuda y la depreciación en activos fijos y diferidos si se pretende elaborar la estructura de costos y gastos (Cubbage, Davis, y Frey, 2011).

#### **2.2.10 Estructura de costos e ingresos**

Se determina en forma detallada, para conocer cuánto le representa a la unidad productiva, en términos de costos, la acción de combinar los factores para cumplir con su gestión de producción mediante la elaboración de los presupuestos de costos y gastos, así como también de los ingresos que recibirá como retribución a la misma. Los presupuestos resultantes servirán para la elaboración de los estados proforma de pérdidas y ganancias de cada uno de los años o periodos de tiempo considerados en el estudio (Muñoz, 2010). El origen de costos lo encontramos en las acciones típicas que realiza la fábrica dentro de su labor productiva y que se deben clasificar desde el punto de vista contable. Las acciones que hacen posible el cumplimiento de los objetivos de la empresa son: Acción productiva, acción de administrar, acción de vender y la acción de administrar.

##### *2.2.10.1 Acción productiva*

Constituye el resultado la producción de un determinado bien y se refleja en los costos de producción conformados por mano de obra y materia prima (Muñoz, 2010).

#### *2.2.10.2 Acción de administrar*

Permite el desarrollo eficiente y coordinado de la actividad global de la empresa y se manifiesta contablemente en los denominados gastos de administración que tienen una naturaleza predominantemente fija.

#### *2.2.10.3 Acción de vender*

Permite ubicar la producción en el mercado afrontando el proceso de comercialización en sus diversos niveles. Origina los gastos de ventas que pueden ser fijos o variables, en mayor o menor proporción de acuerdo a las características de comercialización del producto.

#### *2.2.10.4 Acción de financiar*

Se manifiesta a través de los gastos financieros que son el reflejo de la utilización de créditos por parte de la empresa para su implementación como para su funcionamiento (Muñoz, 2010).

### **2.2.11 Rentabilidad financiera**

Los indicadores de rentabilidad permiten evaluar la gestión de los administradores en la ejecución de sus funciones inherentes, debido a que permiten evaluar las planificaciones desarrolladas con las metas cumplidas y de esta manera determinar si la administración está aplicando las estrategias adecuadas para lograr un crecimiento de las empresas (Fontalvo, Mendoza, y Morelos, 2011)

#### *2.2.11.1 Margen bruto de utilidad (MBU)*

Se define como la utilidad bruta sobre las ventas netas. Indica la cantidad que se obtiene de utilidad por cada unidad monetaria de ventas, después de que la empresa ha cubierto el costo de los bienes que produce y/o vende (Hidalgo, 2009).

#### 2.2.11.2 Margen de utilidad neta (MUN)

Es el porcentaje de las ventas que queda después de haber descontado todos los costos, gastos y sirve para mostrar la efectividad de la gerencia en el desarrollo de las operaciones (Hidalgo, 2009). Cuanto más grande sea el margen neto de la empresa, será mejor (Jaramillo, 2009).

#### 2.2.12 Investigaciones a utilizar como soporte para el presente estudio

El rendimiento de la madera de diez especies de bosques secundarios y primarios residuales varía entre 53.55% para *Jacaranda copaia* Aubl. D.Don (Huamanzamana) y 22.80%. La variación en el rendimiento depende del diámetro de la troza, factor de ahusamiento y estado sanitario de la medula (Solano, 2010). La sierra de cinta permite obtener un mayor rendimiento en el aserrado de la troza con un aprovechamiento del 45%, en relación al 35% que obtenemos utilizando la sierra circular. La forma y efectos naturales de la troza tienen una mayor influencia en rendimiento utilizando la sierra de cinta, debido a que no se puede trabajar en esta sierra la madera rolliza sino en bloque (Aldás, 2014).

Por su parte Areaga (2013) en su trabajo titulado “Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*Swietenia macrophylla*), en dos aserraderos del municipio de Flores – Peten, logrando determinar que el aserradero Árbol Verde, presenta una desviación estándar y una varianza menor que la del aserradero Selva Maya, lo que conlleva a que la media del rendimiento sea 3 % mayor en el aserradero árbol Verde y por lo tanto un menor desperdicio de la madera rolliza, considerando que los dos aserraderos presentan características muy similares en su funcionamiento y en su estructura mecánica.

En referencia a los costos del aserrado, se indica que están asociados a los rendimientos en una relación exponencial inversa, donde la función obtenida explica que el 95 % de la disminución en los costos se debe al aumento en los rendimientos (Coronel de Renolfi *et al.*, 2012).

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Los aspectos legales en los que se respalda el estudio están considerados dentro de la sección cuarta de la Constitución de la República (2008), en referencia a la democratización de los factores de producción señala:

Art. 334.- El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo cual le corresponderá:

1. Evitar la concentración o acaparamiento de factores y recursos productivos, promover su redistribución y eliminar privilegios o desigualdades en el acceso a ellos.
2. Desarrollar políticas específicas para erradicar la desigualdad y discriminación hacia las mujeres productoras, en el acceso a los factores de producción.
3. Impulsar y apoyar el desarrollo y difusión de conocimientos y tecnologías orientados a los procesos de producción.
4. Desarrollar políticas de fomento a la producción nacional en todos los sectores, en especial para garantizar la soberanía alimentaria y la soberanía energética, generar empleo y valor agregado.
5. Promover los servicios financieros públicos y la democratización del crédito.

Adicionalmente se sustenta en el eje 2 referente a la Economía al Servicio de la Sociedad, y su objetivo 5 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida, cuyo propósito es impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria siendo un pilar muy importante la investigación e innovación para incrementar la producción, transferencia tecnológica; vinculación del sector educativo y académico con los procesos de desarrollo (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Exploratoria**

Se aplicó en la elaboración del marco teórico de la presente investigación, analizando los temas referentes a los aserraderos, sus equipos, tipos de sierras y los factores que influyen sobre el rendimiento durante la transformación primaria de la madera de *E. globulus* a nivel de aserradero.

#### **3.1.2 Descriptiva**

Fue útil en la recolección de la información tanto de la población y la muestra de los aserraderos seleccionados, como también en la definición del tamaño de las muestras a utilizar en el análisis de tiempos y rendimientos de madera aserrada en cada fábrica.

#### **3.1.3 De campo**

Se obtuvo información secundaria de manera preliminar en la oficina técnica del Ministerio del Ambiente de Chimborazo, misma que se verificó, a fin de conocer cuántos realmente funcionan como aserraderos dentro del cantón Riobamba y están provistos con sierra circular y/o de cinta. Posteriormente se seleccionó dos aserraderos, donde se recolectó información primaria al registrar los datos de tiempos de las actividades que comprende el proceso de aserrío, las dimensiones del material entrante (trozas) tales como: diámetros; mayor, menor, y su longitud. Así mismo se registró; el grueso, ancho y longitud de las tablas resultantes del esquema de operación que aplica cada aserradero. Se indagó mediante la aplicación de entrevistas aplicadas a los propietarios de las fábricas en estudio sobre los costos de producción, volumen de madera aserrada (tablas) destinado a la venta, su precio de venta y ciertos parámetros requeridos como: costos de maquinaria, materia prima, mano de obra directa, cantidad de combustible, energía eléctrica, entre otros a fin de recopilar información necesaria para estructurar los presupuestos de costos y gastos más el de ingresos de cada aserradero con la finalidad de disponer de los

componentes requeridos para el cálculo de los indicadores de rentabilidad (Calvache, 2016).

## **3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1 Método descriptivo**

Este método fue útil para recolectar, organizar, resumir, presentar y generalizar los resultados de la información obtenida. Además, permitió identificar las falencias operacionales que se deben mejorar, y como resultado de la investigación arrojar los hallazgos, los cuales permitirán tener una visión clara de las falencias para llegar a formular las conclusiones, sugerencias respectivas a los propietarios de los aserraderos y otros interesados relacionados con el área. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de los datos para exponer una idea clara de la situación que se investigó.

### **3.2.2 Método explicativo**

Se utilizó para explicar el grado de relación que existe entre el volumen de madera obtenido y el tipo de sierra utilizada en el proceso de aserrío y como se puede mejorar el esquema de operación del proceso de transformación primaria de la madera de *E. globulus* al producir tablas.

## **3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1 Población y muestra**

#### *3.3.1.1 Población*

Según información proporcionada por la Oficina Técnica del Ministerio del Ambiente de Chimborazo y en base a la verificación realizada en campo durante el transcurso de la investigación, en el cantón Riobamba funcionan 30 aserraderos aproximadamente, de los

cuales 18 aserraderos cuentan con una sierra principal industrial; 4 con sierra circular y los 8 restantes están provistos de una sierra principal y de cinta. Por la naturaleza de la población objeto de estudio, se consideró la selección de dos aserraderos, el primero se denomina A, está provisto de una sierra circular y el segundo se le nombra B, el cual posee una sierra circular y otra de cinta.

### 3.3.1.2 Muestra

Los dos aserraderos son de propiedad particular dedicados a la elaboración y venta de madera aserrada de *E. globulus.*, mayormente tablas. Físicamente, las instalaciones se sitúan dentro del cantón Riobamba. El aserradero A se encuentra ubicado a 5 km de la vía Riobamba-Quimiag cerca al desvío a San Gerardo y el aserradero B se localiza a dos cuadras del Mercado Mayorista de la ciudad de Riobamba.

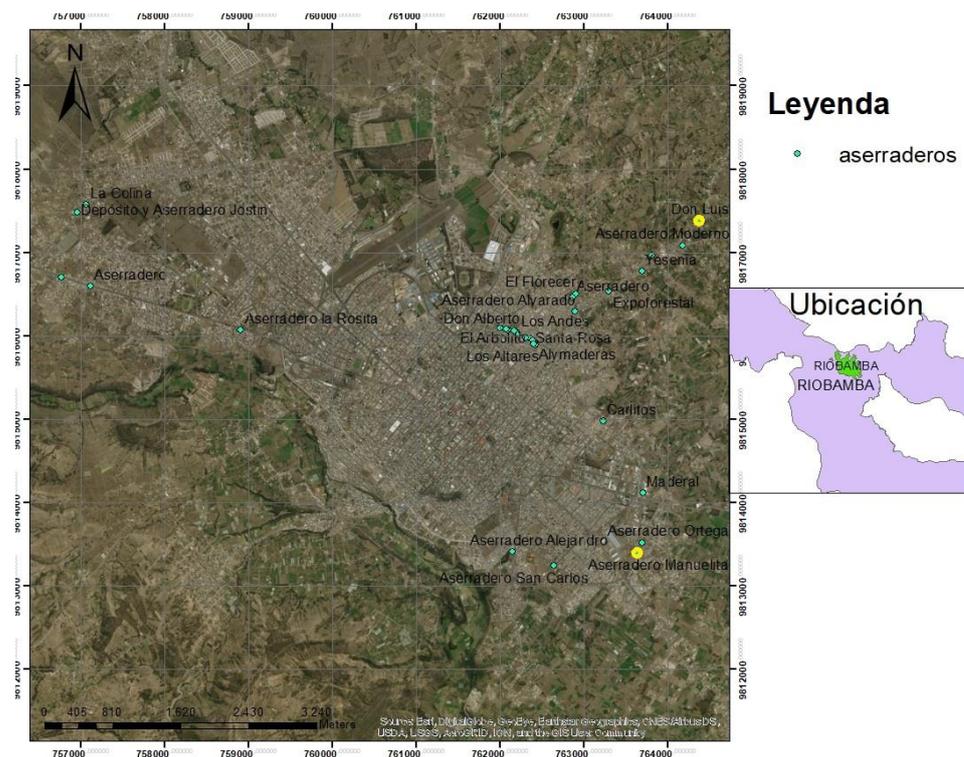


Figura 1. Mapa de ubicación de los dos aserraderos seleccionados para el estudio en el cantón Riobamba

### 3.3.1.3 Determinación del tamaño de muestra

En el presente estudio, se llevó a cabo un pre-muestreo con 50 trozas en cada aserradero, con lo cual fue posible estimar el número de trozas necesarias por aserradero (Tabla 2), para alcanzar un error de muestreo menor al 10% y una confiabilidad de 90 %, se utilizó la ecuación (Rondeux, 2010).

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2}$$

Donde:

n = Número de trozas necesarias para estimar el rendimiento de madera aserrada.

t = Valor tabular de t-Student a 90 % de confiabilidad.

CV= Coeficiente de variación (%).

E = Error de muestreo deseado (%).

**Tabla 2.** Número de trozas requeridas por aserradero evaluado

Aserradero	Trozas requeridas (n)	Error de muestreo (%)
A	210	5,48
B	205	6,42
Suma	415	

### 3.3.2 Técnicas de investigación

En el presente estudio se utilizó las siguientes técnicas:

Observación directa aplicada de forma sistemática y planificada durante el registro de las dimensiones de las trozas, el producto resultante y tiempos que implican obtener un determinado volumen de madera aserrada.

Entrevistas a los actores claves como: propietarios, obreros y expertos a fin de conocer la situación actual de los aserraderos en lo referente a materia prima, materiales e insumos, personal, el consumo de combustible, energía eléctrica, mantenimiento, el volumen de ventas, la parte administrativa y financiera de cada aserradero entre otras inquietudes referidas al tema de investigación.

### **3.3.3 Instrumentos de la Investigación**

En principio se revisó guías para estudios de rendimientos de transformación primaria en la industria forestal, las mismas que permitieron la elaboración de un primer formato para el levantamiento de información de trozas, productos elaborados (Anexo 2), el segundo de registro de tiempos y movimientos del proceso de aserrío (Anexo 3) y el tercer formato un cuestionario para entrevista a los propietarios y personal de los aserraderos enfocado a guiar la recolección de datos de tipo productivo, administrativo, de las ventas de un determinado volumen de tablas, costeras y de carácter financiero (Anexo 4). Adicionalmente se realizaron consultas previas a profesionales del área forestal, quienes aportaron en la validación de los formatos mencionados.

## **3.4 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO**

El esquema fue elaborado en base a la revisión, selección de información específica referente al tema central, sus objetivos, y sub temas que aportaron al desarrollo de la investigación, en libros, guías, artículos científicos, tesis, manuales, notas técnicas, sitios web, entre otros. Más el apoyo de expertos del área forestal, quienes emitieron criterios considerados para la articulación de los aspectos: conceptual, teórica y legal de esta investigación.

## **3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se efectuó al aplicar los siguientes pasos, los cuales permitieron el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto de investigación.

### **3.5.1 Revisión de información de transformación primaria en la industria forestal**

Con base al análisis de temas concernientes a la forma de como evaluar los tiempos, rendimientos, y la rentabilidad de una determinada inversión a nivel de aserradero.

### **3.5.2 Reunión con expertos del área forestal**

Se realizó una reunión de trabajo a fin de conocer que posibles aserraderos cuentan con el nivel de tecnología requerido para el estudio en la oficina técnica del MAG Chimborazo, donde se definió fecha de visita preliminar a las fábricas.

### **3.5.3 Elaboración de instrumentos de investigación**

En base a lo analizado sobre el tema de investigación se diseñó tres formularios para el registro de datos en campo.

### **3.5.4 Verificación del número de aserraderos**

En base a información solicitada en la oficina técnica del Ministerio del Ambiente Chimborazo y verificación en campo se definió el número aproximado de aserraderos que funcionan como tal dentro del cantón Riobamba.

### **3.5.5 Adquisición de equipos y materiales de medición**

Se realizó la compra de cascos y cronómetros necesarios para la toma de datos.

### **3.5.6 Capacitación de personal**

Se realizó el entrenamiento del talento humano en relación a los procedimientos, y las técnicas requeridas para recopilar adecuadamente la información de cada aserradero en función del tema de investigación.

### 3.5.7 Visitas a los aserraderos para levantamiento de la información

Una vez seleccionados los aserraderos, se realizó el levantamiento de la información actual de los mismos con el apoyo de dos profesionales del área forestal, quienes registraron las dimensiones de las trozas al iniciar mediante:

#### 3.5.7.1 Selección y marcado de trozas

La selección de las trozas se realizó al azar. Luego de elegidas las trozas a ingresar a la fase de corte se marcaron sus extremos con tiza mediante un número asignado, 15 minutos antes que se inicie con el aserrío de las muestras (Figura 2).

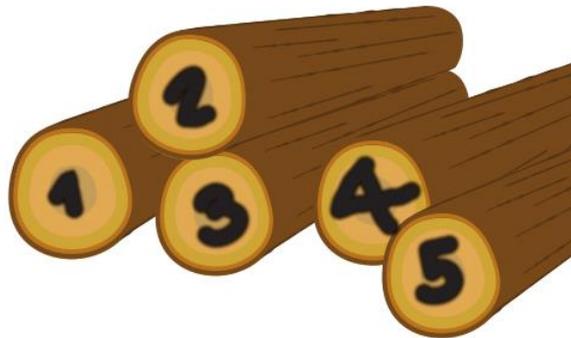


Figura 2. Códigos para la identificación de las muestras

Fuente: (INAB, ITTO, 2016)

#### 3.5.7.2 Medición de las trozas

Cuya medición se realizó con el apoyo de una cinta diamétrica y de un flexómetro en el caso de la longitud (Figura 3).

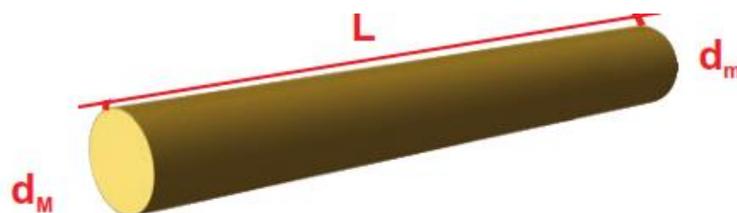


Figura 3. Medición de una sección de madera en rollo

Donde:

dM = Diámetro mayor

dm = Diámetro menor

L = Longitud

### 3.5.7.3 Medición de volumen de madera

Mediante la toma de medidas del espesor, ancho, longitud del producto resultante y la cuantificación del número de tablas obtenidas por troza.

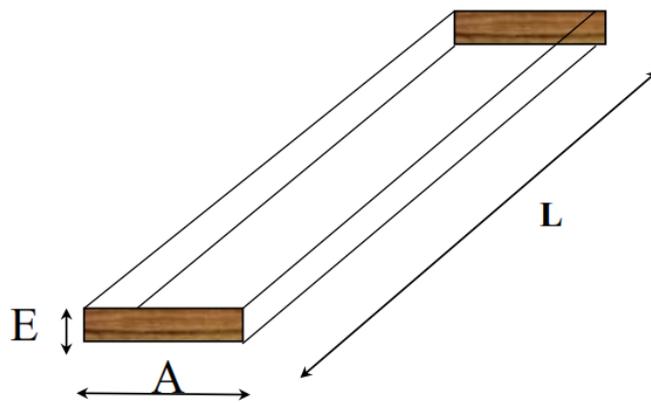


Figura 4. Medición de una pieza de madera aserrada

Fuente: (Ecuador forestal, 2010)

Donde:

E = Espesor

A = Ancho

L = Largo

### 3.5.7.4 Principios de organización de la producción de tablas

En base al seguimiento y monitoreo de las diversas operaciones que implica la fabricación de tablas dentro del proceso de aprovechamiento primario de la madera al utilizar sierra circular y el sistema sierra circular y de cinta. En los aserraderos A y B respectivamente, se identificó la siguiente secuencia de actividades que se aplican como parte del esquema de manejo dentro del ciclo de producción (Figuras 5 y 6).

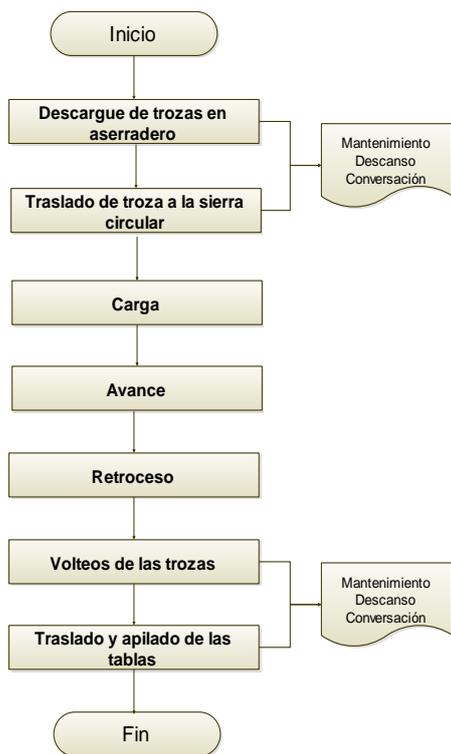


Figura 5. Diagrama de flujo del aserradero A

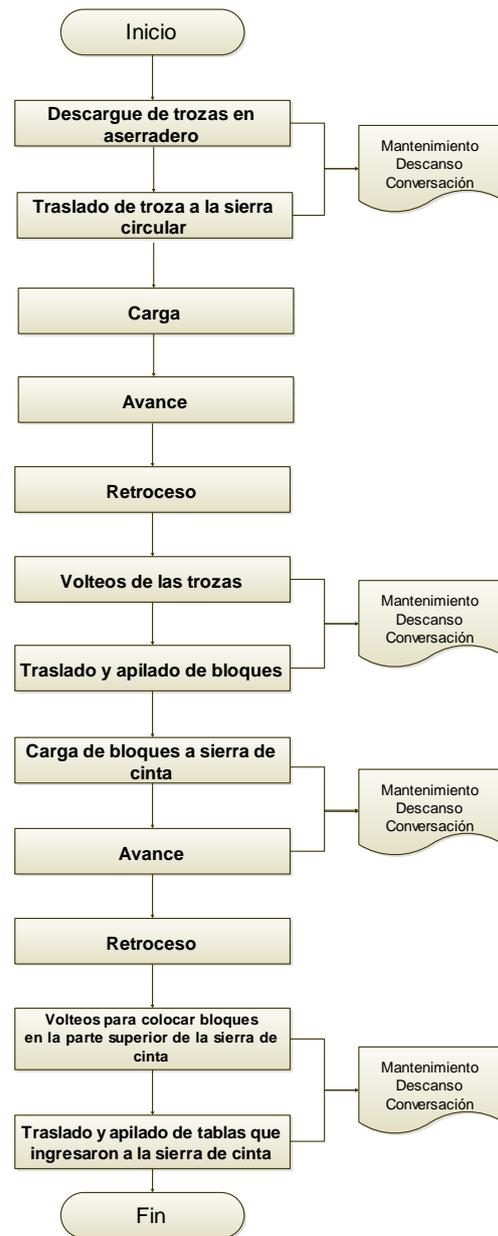


Figura 6. Diagrama de flujo del aserradero B

### 3.5.7.5 Registro de tiempos y movimientos

Se utilizó el método de “vuelta a cero” descrito por Villagómez y García (1986), el cual corresponde a los métodos de muestreo aleatorio, luego de conocer el esquema de operación que se aplica para el proceso de transformación de la madera en cada aserradero

se registró los siguientes tiempos y movimientos. Mismos que se describen de forma específica a continuación (Tabla 3):

**Tabla 3.** Tiempos y movimientos identificados y registrados en los dos aserraderos.

Aserradero A	Aserradero B	Aserradero B
Proceso completo	Primera fase: Sierra circular	Segunda fase: sierra de cinta
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	Tiempo de descargue de trozas en aserradero	Tiempo de carga a sierra de cinta
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	Tiempo de avance
Tiempo de carga	Tiempo de carga	Tiempo de retroceso
Tiempo de avance	Tiempo de avance	Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta
Tiempo de retrocesos	Tiempo de retrocesos	Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta
Tiempo de volteos de las trozas	Tiempo de volteos de las trozas	Tiempo justificado en la sierra de cinta
Tiempo de traslado y apilado de tablas	Tiempo de traslado y apilado de bloques	Tiempo no justificado en la sierra de cinta
Tiempo justificado	Tiempo Justificado	
Tiempo no justificado	Tiempo no justificado	

### **Tiempo productivo:**

- **Tiempo de descargue**

Tiempo en segundos que se demora en colocar la troza desde el camión hasta el sitio de almacenamiento provisional.

- **Tiempo de traslado de troza a equipo**

Se registró al tiempo que tomó llevar la troza desde el área de almacenamiento provisional hasta el punto donde se carga la troza al carrete, corresponde una distancia de 2 m aproximadamente.

- **Tiempo de carga**

Se cronometró el tiempo que tomó subir la troza al carrete, la colocación del primer gancho maderero en la troza para acercarla y asegurarla al carro escuadra.

- **Tiempo de avance del carro escuadra**

Se contabilizó el tiempo en que la troza inició el movimiento hacia la sierra circular y culminó cuando se detuvo el movimiento del carro escuadra. Este puede variar en 3 o más tiempos dependiendo de las dimensiones de la troza.

- **Tiempo de retroceso del carro escuadra**

Se registró a partir del regreso del carro escuadra a la posición inicial para empezar un nuevo avance. Las veces que el carro escuadra regrese a la posición inicial.

- **Tiempo de volteos de las trozas en el carro escuadra**

Se tomó en el momento de contacto del gancho maderero para girar la troza en otra posición para buscar otros planos de corte. Este tiempo varía de 3 tiempos en adelante dependiendo de las dimensiones de la troza.

- **Tiempo justificado**

Corresponde el tiempo invertido en mantenimiento u otra actividad para resolver imprevistos propios de trabajo.

**Tiempo improductivo:**

- **Tiempo no justificado**

Se consideró el tiempo empleado para realizar actividades ajenas al proceso de aserrío como descansos, conversación entre operarios y otras distracciones no productivas durante el proceso.

Para la segunda fase de la sierra de cinta se aplicó criterios similares en el registro de los tiempos requeridos de cada sub actividad durante el proceso de conversión de madera en trozas a tablas.

#### 3.5.7.6 *Registro de información de componentes productivos, administrativos y financieros.*

Se anotó datos de aspectos tales como: los costos y gastos (desde febrero a junio del año 2018) considerando la cantidad de materia prima, maquinaria utilizada, mano de obra necesaria y demás componentes requeridos de carácter administrativo, de ventas y financiero. Los ingresos generados por la venta de tres productos entre ellos: tablas de primera, segunda, costeras. Mediante entrevistas a los propietarios y personal de cada aserradero más ciertos criterios facilitados por expertos en el área motivo de evaluación.

### **3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Se realizó la sistematización de la información recopilada en base a la identificación y cumplimiento de las actividades de operacionalidad de cada aserradero y la elaboración de una base de datos, se obtuvo los indicadores de productividad en la operación de aserrío estimados tales como: el tiempo total para aserrar 1,000 pies tablares ( $2.36 \text{ m}^3$ ), rendimiento con corteza, la productividad, considerando cuatro categorías diamétricas, una de longitud, seis rangos de conicidad de acuerdo a las características de las trozas muestreadas.

#### **3.6.1 Cubicación de las trozas**

A partir de los datos de sus diámetros: mayor, menor y su longitud, se determinó su volumen con corteza, empleando la fórmula de Smalian (Rivas, 2013), mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{(\pi/4 \times DM^2) + (\pi/4 \times Dm^2)}{2} \times L$$

Donde:

V = Volumen de la troza (m<sup>3</sup>).  
DM = Diámetro mayor de la troza (m).  
Dm = Diámetro menor de la troza (m).  
L = Longitud de la troza (m).  
pi = Constante (3.14159).

### 3.6.2 Determinación del tiempo de aserrado de 1,000 pies tablares (2.36 m<sup>3</sup>)

A partir de la información generada en el aserrado de las trozas, se determinó el tiempo necesario para aserrar 1,000 pt (2.36 m<sup>3</sup>) (Nájera *et al.*, 2011a):

1m<sup>3</sup> de madera = 424 pt.

$$T = \frac{1000 T_t}{V_a}$$

Donde:

T = Tiempo para aserrar 1,000 pies tablares (min.).  
T<sub>t</sub> = Tiempo total de aserrado (min.).  
V<sub>a</sub> = Volumen aserrado (pt).

### 3.6.3 Cubicación de las piezas aserradas

En base a las medidas registradas de las piezas resultantes del aserrío se calculó el volumen aserrado (Romahn *et al.*, 1987, citado por Nájera *et al.*, 2012) mediante la ecuación:

$$V_a = (g)(a)(l)$$

Donde:

V<sub>a</sub> = Volumen de la pieza aserrada (m<sup>3</sup>).  
g = Grueso de la pieza aserrada (m).  
a = Ancho de la pieza aserrada (m).  
l = Longitud de la pieza aserrada (m).

### 3.6.4 Determinación del rendimiento de madera aserrada

Con el volumen calculado a partir de las piezas aserradas y el volumen de la materia prima que se empleó, se determinó el rendimiento utilizando la siguiente relación (Quirós *et al.*, 2005, citado por Nájera *et al.*, 2012).

$$R = \frac{V_{ta}}{V_{tr}} 100$$

### 3.6.5 Categorías de diámetro y conicidad de las trozas

A fin de establecer las categorías diamétricas de las trozas, se consideraron todos los diámetros mínimos con corteza en los patios de almacenamiento provisional, encontrándose valores de 14 a 48 cm, para lo cual se formaron 4 categorías diamétricas con un rango de 10 cm, y para la conicidad se estableció 6 categorías con intervalos de 1cm/m. Además, se identificó que no se realiza una selección por diámetros de las trozas antes de iniciar con el proceso de aserrío (Tabla 4).

**Tabla 4.** Distribución de las trozas en categorías diamétricas y por conicidad

Categoría diamétrica (cm)	Trozas por categoría (n)		Categoría de conicidad (cm/m)	Trozas por categoría (n)	
	A	B		A	B
Aserradero			Aserradero		
14-25	75	129	0-1	119	103
25.1-35	79	60	1.1-2	84	85
35.1-45	56	14	2.1-3	7	10
45.1-55		2	3.1-4		4
			4.1-5		2
			5.1-6		1
Total	210	205		210	205

#### 3.6.5.1 Determinación de la conicidad de las trozas

La conicidad de la troza es la diferencia entre el diámetro de la base y el diámetro de la punta con la distancia que las separa (Scanavaca y García, 2003; Vignote y Martínez,

2005). Con el objeto de evaluar este efecto sobre el rendimiento, el tiempo de aserrado y productividad, las trozas se agruparon por categoría de conicidad. Para su determinación se utilizó la siguiente relación:

$$C = (DM - Dm) / l$$

Donde:

C = Conicidad de la troza (cm/m).

DM = Diámetro mayor con corteza (cm).

Dm = Diámetro menor con corteza (cm).

l = Largo de la troza (m).

### 3.6.6 Determinación de la productividad del aserrío

La productividad del aserrío se estimó relacionando el volumen de madera aserrada entre el tiempo requerido para aserrar dicho volumen, utilizando la siguiente fórmula (García *et al.*, 2001).

$$P = \frac{V_a}{T_t}$$

Donde:

P = Productividad del aserrío (m<sup>3</sup>/h).

V<sub>a</sub> = Volumen aserrado (m<sup>3</sup>).

T<sub>t</sub> = Tiempo total de aserrado (h).

Una vez determinados los indicadores, fueron sometidos al cálculo de estimadores estadísticos de carácter descriptivo de las variables consideradas en el proceso de aserrío, la comprobación de la diferencia significativa entre ellas, al aplicar la prueba de Mann-Whitney utilizando el software Infostat (Balzarini *et al.*, 2008).

### 3.6.7 Determinación de los costos y rentabilidad del aserrado

A partir de la información de costos, gastos e ingresos por las ventas de tablas de primera, tablas de segunda, y costeras, más la incorporación de elementos como: la inversión en

activos fijos, diferidos, el capital de trabajo, amortización de la deuda, la depreciación en activos fijos y diferidos, se elaboró el presupuesto de costos y gastos de cada aserradero. Luego con dicha información se utilizó para estructurar los estados de resultados para un periodo de 5 meses. Finalmente se determinó el Margen bruto de utilidad (MBU) y Margen de utilidad neta (MUN).

$$MBU = \frac{UB}{VN} * 100$$

Donde:

MBU = Margen bruto de utilidad

UB = Utilidad bruta

VN = Ventas netas

$$MUN = \frac{UN}{Cts} * 100$$

Donde:

MNU = Margen de utilidad neta

UN = Utilidad neta

Cts = Costos

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE ASERRÍO DE MADERA DE EUCALIPTO

Los resultados del tiempo estimado para elaborar 1,000 pt oscilan desde 63,02 a 202,5 minutos al trabajar con sierra circular en el aserradero A. En promedio se requiere 112,73 minutos de los cuales 79,78 corresponden al tiempo productivo, específicamente los avances, y retrocesos del carro escuadra para efectuar los cortes en las trozas más la actividad de volteo de las trozas al utilizar la sierra circular en el aserradero. En el aserradero A de las 210 trozas de eucalipto evaluadas a partir de un volumen de 39,03m<sup>3</sup> r con corteza, se generaron 1254 tablas dando un volumen aserrado de 11,51 m<sup>3</sup>, valor que corresponde a 4875 pt (Tabla 5).

**Tabla 5.** Estimadores estadísticos de los tiempos y rendimientos con sierra circular del aserradero A

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>Desv Std</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Total</b>
<b>Características de las trozas aserradas</b>					
Diámetro mayor con corteza (m)	0,31	0,07	0,45	0,18	
Diámetro menor con corteza (m)	0,28	0,07	0,42	0,17	
Longitud de la troza (m)	2,52	0,03	2,57	2,48	
Volumen con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	0,19	0,09	0,37	0,06	39,03
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>					
Tablas generadas (n)	6	4	15	1	1254
Volumen de las tablas (m <sup>3</sup> )	0,05	0,03	0,15	0,01	11,51
Volumen aserrado (pt)	23,22	14,56	62,43	3,64	4875
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra circular</b>					
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	13,74	6,800	30,58	2,67	
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	2,52	0,390	5,35	2,30	
Tiempo de carga	2,95	0,640	8,89	1,78	
Tiempo de avance	49,56	19,020	84,78	24,60	
Tiempo de retrocesos	15,44	8,160	26,86	2,30	
Tiempo de volteos de las trozas	14,78	8,460	32,92	2,72	
Tiempo de traslado y apilado de tablas	1,67	0,370	2,86	1,13	
Tiempo justificado	9,88	6,490	40,20	0,83	
Tiempo no justificado	2,19	0,920	5,31	0,86	
<b>Tiempo total de aserrado</b>	<b>112,73</b>				
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	112,73	34,16	202,5	63,02	
Rendimiento con corteza (%)	27,74	6,39	44,09	11,12	
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	1,17	0,47	2,57	0,25	

**Tabla 6.** Estimadores estadísticos de los tiempos y rendimientos con sierra circular + sierra de cinta del aserradero B

Variable	Media	Desv Std	Máximo	Mínimo	Total
<b>Características de las trozas aserradas</b>					
Diámetro mayor con corteza (m)	0,27	0,07	0,51	0,15	
Diámetro menor con corteza (m)	0,24	0,06	0,47	0,14	
Longitud de la troza (m)	2,46	0,12	2,56	2,15	
Volumen con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	0,14	0,08	0,47	0,04	27,81
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>					
Tablas generadas (n)	6	2	10	3	1130
Volumen de las tablas (m <sup>3</sup> )	0,06	0,02	0,17	0,02	11,97
Volumen aserrado (pt)	24,73	8,85	73,14	10,43	5069,6
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la fase de sierra circular</b>					
Tiempo de descarga de trozas en aserradero	11,48	3,78	23,53	5,51	
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	3,61	2,99	23,58	0,81	
Tiempo de carga	4,32	3,74	25,04	1,42	
Tiempo de avance	20,66	9,84	62,88	4,16	
Tiempo de retrocesos	12,20	8,08	53,96	2,10	
Tiempo de volteos de las trozas	13,30	35,77	513,64	1,42	
Tiempo de traslado y apilado de bloques	1,92	0,28	2,76	1,21	
Tiempo Justificado	15,47	6,24	43,81	6,84	
Tiempo no justificado	4,36	0,95	7,47	3,02	
<b>Subtotal proceso Sierra circular</b>	<b>87,32</b>				
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la fase de sierra de cinta</b>					
Tiempo de carga a sierra de cinta	2,52	1,31	5,93	0,91	
Tiempo de avance	30,36	12,22	61,2	14,96	
Tiempo de retroceso	28,93	12,89	61,2	11,08	
Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta	13,78	6,42	30,91	6,98	
Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta	1,59	0,34	2,7	1,08	
Tiempo justificado en la sierra de cinta	1,55	0,03	1,68	1,48	
Tiempo no justificado en la sierra de cinta	1,32	0,04	1,46	1,01	
<b>Subtotal proceso en sierra de cinta</b>	<b>80,05</b>				
<b>Total procesos de sierra circular y de cinta</b>	<b>167,37</b>				
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	167,37	56,15	640,48	98,2	
Rendimiento con corteza (%)	48,84	16,11	121,8	10,11	
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,89	0,32	2,59	0,2	

En cambio, en el sistema sierra circular + sierra de cinta, requiere de 98,2 a 640,48 minutos en el aserradero B. Iniciando con la conversión de trozas a bloques en la sierra circular y posteriormente a tablas en la sierra de cinta, se estimó un tiempo total medio de 167,36 minutos, el tiempo productivo es de 46,16 minutos en la elaboración de bloques, mientras que en la fase complementaria de bloques a tablas su valor proyectado es de 73,07 minutos en la sierra de cinta. En el aserradero B de las 205 trozas de eucalipto evaluadas a partir de un volumen de 27.81m<sup>3</sup> r con corteza, se generaron 1130 tablas, lo cual representa un volumen aserrado de 11,97 m<sup>3</sup>, valor que corresponde a 5069,6 pt (Tabla 6).

Las diferencias significativas de las variables: tiempo total de aserrado para 1000 pt (min), el rendimiento con corteza y la productividad entre los dos tipos de proceso de aserrío evaluados obtuvieron un valor  $p < 0.0001$  (Tabla 7). Siendo mejor el tiempo total de aserrado el estimado con la sierra circular, su valor promedio es de 112,75 minutos.

**Tabla 7.** Prueba de Mann-Whitney a los indicadores de productividad en la operación de aserrío

Variable	Aserradero	N	Media	Desv Std	Mediana	W	P
Tiempo total de aserrado para 1000 pt	A	210	112,75	34,16	98,83	56414	0,0001
	B	205	167,36	56,15	149,59		
Rendimiento con corteza	A	210	27,74	6,39	27,95	59371	0,0001
	B	205	48,84	16,11	49,94		
Productividad del aserrío	A	210	1,17	0,47	1,16	34060	0,0001
	B	205	0,89	0,32	0,81		

El rendimiento promedio en la producción de tablas escuadradas estimado en los aserraderos evaluados fue de 27,74% en el aserradero A y de 48,84 % para el aserradero B (Tabla 6), cuyos resultados por un lado, es inferior con el 7,26% y por otro, superior con el 3,84% en relación a los valores promedio de 35% y 45% determinados con similares tipos de aserrío de acuerdo al estudio realizado en la especie *Pinus radiata* por (Aldás, 2014). Al comparar el rendimiento del aserradero B, su valor es ligeramente inferior con el 1,38% en referencia al 50,22 % reportado para *Eucalyptus spp* al realizar el proceso de transformación primaria con sierra de cinta vertical en un aserradero de Cartago, Costa Rica (Ureña, 2017). Por su parte De Souza *et al.* (2007) en un trabajo con

*Eucalyptus* spp en el estado de Minas Gerais, Brasil, determinó rendimientos de 38% con variaciones del 33 al 61%.

Lo anterior significa que por cada metro cúbico de madera en rollo ( $m^3r$ ) procesada, se obtuvo 117 pt ( $0,277 m^3$ ) y 207 pt ( $0,488 m^3$ ) de madera aserrada respectivamente. Al proyectar a 1,000 pt ( $2,36 m^3$ ) de madera aserrada se requieren entre  $8 m^3$  de madera en rollo para su aserrío en sierra circular y de  $5,49 m^3$  en el sistema sierra circular y de cinta. En el aserradero A, la productividad varía desde 0.29 a 2.57 metros cúbicos de madera en rollo por hora efectiva de trabajo con un promedio de  $1.17 m^3r \cdot h^{-1}$ , equivalentes a aserrar  $532 pt \cdot h^{-1}$ , que distribuidos entre el número de operarios que participan en el proceso, en este caso un promedio de cinco, resulta entonces en una eficiencia de 106 pies tablares/hombre-máquina/hora.

En cambio, en el aserradero B, se determinó valores de 0,20 a 2,59 metros cúbicos de madera en rollo por hora, con un valor promedio de  $0,89 m^3r \cdot h^{-1}$ , valor que corresponde a elaborar  $358 pt \cdot h^{-1}$ , con 5 operarios trabajando presenta una eficiencia de 72 pies tablares/hombre-máquina/hora en el sistema conformado por una sierra circular y de cinta. La productividad del aserradero B, resulto inferior con el 25,21% en relación al obtenido por Ureña (2017), quién determinó mediante el estudio de 39 trozas de *Eucalyptus* spp con diámetros entre 20 a 55 cm un rendimiento de  $1,19 m^3r \cdot h^{-1}$

## **4.2 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS POR CATEGORÍA DIAMÉTRICA Y CONICIDAD DE LAS TROZAS**

### **4.2.1 Categoría diamétrica del aserradero A**

El tiempo total estimado para aserrar 1000 pt (min) tomó valores desde 85,12 104,5 y 161,38 minutos correspondientes a las categorías diamétricas: 14-25, 25,1-35 y 35,1-45 cm respectivamente. Con los resultados obtenidos, se distingue un aumento del tiempo de aserrado a medida que se incrementa el volumen de madera procesada, como ocurrió con el tiempo de la tercera categoría diamétrica, el cual se amplía en 1,54 veces en relación al tiempo (104,5 min) de la segunda clase diamétrica al trabajar con sierra circular (Tabla 8).

**Tabla 8.** Tiempos y rendimientos por categoría diamétrica en el proceso con sierra circular del aserradero A

Variable	Categoría diamétrica (cm)		
	14-25	25.1-35	35.1-45
<b>Características de las trozas aserradas</b>			
Diámetro mayor con corteza (m)	0,23 (0.03)	0.31(0.02)	0.41(0.02)
Diámetro menor con corteza (m)	0.21 (0.02)	0.29 (0.02)	0.39 (0.02)
Longitud de la troza (m)	2,52 (0.03)	2.52 (0.03)	2.52 (0.03)
Volumen total con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	7,19	14,25	17,58
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>			
Total de tablas generadas (n)	201	416	637
Tablas promedio por troza (n)	3 (1)	5 (1)	11 (2)
Volumen total de las tablas aserradas (m <sup>3</sup> )	1,83	3,8	5,87
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra circular</b>			
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	12,7 (5,91)	12,19 (5,68)	17,34 (8,06)
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	2,35 (0,05)	2,42 (0,08)	2,89 (0,6)
Tiempo de carga	2,76 (0,17)	2,62 (0,18)	3,67 (0,87)
Tiempo de avance	33,48 (5,44)	46,38 (12,79)	75,59 (6,8)
Tiempo de retrocesos	10,17 (6,23)	16,14 (8,94)	21,52 (3,36)
Tiempo de volteos de las trozas	9,7 (3,67)	11,14 (4,08)	26,72 (5,56)
Tiempo de traslado y apilado de tablas	1,64 (0,36)	1,71 (0,39)	1,68 (0,35)
Tiempo justificado	10,04 (6,18)	9,64 (5,91)	9,99 (7,67)
Tiempo no justificado	2,26 (0,91)	2,29 (1,01)	1,97 (0,75)
<b>Total proceso sierra circular</b>	<b>85,1</b>	<b>104,53</b>	<b>161,37</b>
<b>Indicadores de productividad en la operación de aserrío</b>			
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	85,12 (9,93)	104,5 (19,68)	161,38 (14,33)
Rendimiento con corteza (%)	24,57 (7,3)	26,88 (4,29)	33,18 (3,51)
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,73 (0,29)	1,21 (0,23)	1,69 (0,34)

La tendencia del rendimiento con corteza muestra un incremento desde 24,57, 26,88 y 33,18% a medida que aumenta el diámetro de las trozas de forma general en el aserradero A. Siendo el diámetro de la troza uno de los factores de incidencia en el proceso de aserrío (Álvarez *et al.*, 2003). En referencia a la variable productividad ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) al aserrar con sierra circular, esta se incrementa a medida que aumenta la clase diamétrica, con valores desde 0,73  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  en la categoría de 14-25 hasta 1,69  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  para el rango entre 35,1-45 cm (Tabla 8).

#### 4.2.2 Categoría diamétrica del aserradero B

Los tiempos totales proyectados para aserrar 1000 pt (min), en el aserradero B son de 146.88, 189.4 y 240.49 minutos correspondientes a las categorías diamétricas: 14-25, 25.1-35, 35.1-45 y 45.1-55 cm respectivamente. Se asume de manera general, que a medida que aumenta el volumen procesado, se requiere de más tiempo para su aserrado. El comportamiento del rendimiento con corteza muestra una disminución cuando aumenta el diámetro de las trozas cuyos valores se encuentran desde 55,47% (14-25 cm) hasta 14,45% (45,1-55 cm), resultados que obedecen a un diferente número de trozas agrupadas fundamentalmente para las clases diamétricas de 35,1-45 cm y 45,1-55 cm respectivamente (Tabla 9).

Las trozas al transformarse a madera aserrada sin aplicar ningún tipo de clasificación, ni definición adecuada de un modelo de corte para cada clase diamétrica, tal condición, causa la disminución de su nivel aprovechamiento, lo cual genera una mayor cantidad de subproductos del proceso (Rocha, 2002). En cambio, la variable productividad al aserrar con el sistema sierra circular y de cinta, muestra un comportamiento irregular que se incrementa en la segunda clase diamétrica (25.1-35 cm) con 0,10  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  en referencia al valor 0,86 que corresponde a la primera categoría diamétrica, luego disminuye a 0,81 y 0,52  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , valores pertenecientes a la tercera y cuarta clase diamétrica, las cuales tuvieron un menor número de trozas para su evaluación en el aserradero B. El menor tiempo total de aserrado para 1000 pt (min), se registró en la clase diamétrica de 14-25 cm del aserradero A provisto de sierra circular con el valor promedio de 85,12 min., y el mayor tiempo total de aserrado se determinó para la clase diamétrica de 46-55 cm en el aserradero B, cuyo proceso de operación utiliza el sistema sierra circular y de cinta con el índice de 315,35 min. (Tabla9).

**Tabla 9.** Tiempos y rendimientos por categoría diamétrica con sierra circular + sierra de cinta del aserradero B

Variable	Categoría diamétrica (cm)			
	14-25	25.1-35	35.1-45	45,1-55
Diámetro mayor con corteza (m)	0,23 (0,03)	0,31(0,03)	0,43(0,03)	0,5 (0,01)
Diámetro menor con corteza (m)	0,21 (0,03)	0,28 (0,2)	0,38 (0,03)	0,47 (0,01)
Longitud de la troza (m)	2,44 (0,14)	2,48 (0,09)	2,49 (0,02)	2,51 (0,01)
Volumen total con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	11,85	10,61	4,42	0,92
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>				
Total de tablas generadas (n)	632	383	102	13
Tablas promedio por troza (n)	5 (1)	6 (1)	7 (1)	7 (2)
Volumen total de las tablas aserradas (m <sup>3</sup> )	6,44	4,29	1,11	0,13
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra circular</b>				
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	11,20 (3,71)	11,86 (3,78)	12,65 (4,22)	9,92 (5,9)
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	3,02 (2,43)	4,33 (2,87)	3,80 (1,4)	18,05 (7,83)
Tiempo de carga	3,58 (2,89)	5,25 (4,54)	6,32 (4,96)	10,26 (2,77)
Tiempo de avance	17,64 (7,24)	24,97 (10,81)	25,77 (10,37)	50,54 (17,459)
Tiempo de retrocesos	11,88 (6,67)	13,99 (10,86)	7,48 (3,07)	11,95 (4,93)
Tiempo de volteos de las trozas	13,79 (44,67)	11,86 (7,33)	11,27 (8,28)	38,2 (11,77)
Tiempo de traslado y apilado de bloques	1,83 (0,19)	2,02 (0,32)	2,27 (0,34)	2,36 (0,00)
Tiempo Justificado	15,19 (5,80)	15,84 (7,39)	16,66 (5,29)	13,89 (4,18)
Tiempo no justificado	4,3 (0,95)	4,46 (0,99)	4,55 (0,65)	4,33 (1,29)
<b>Subtotal proceso en sierra circular</b>	<b>82,43</b>	<b>94,58</b>	<b>90,77</b>	<b>159,5</b>
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra de cinta</b>				
Tiempo de carga a sierra de cinta	1,91 (0,57)	3,11 (1,41)	5,19 (0,42)	5,9 (0,05)
Tiempo de avance	24,6 (4,80)	35,77 (13,26)	56,23 (3,08)	58,51 (3,8)
Tiempo de retroceso	22,73 (5,17)	35,03 (13,84)	55,91 (4,41)	56,7 (1,5)
Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta	10,89 (2,92)	16,35 (6,90)	27,24 (0,72)	29,18 (2,45)
Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta	1,44 (0,22)	1,70 (0,20)	2,26 (0,51)	2,63 (0,1)
Tiempo justificado en la sierra de cinta	1,54 (0,03)	1,55 (0,03)	1,54 (0,03)	1,56 (0,01)
Tiempo no justificado en la sierra de cinta	1,32 (0,03)	1,31 (0,05)	1,32 (0,04)	1,38 (0,1)
<b>Subtotal proceso en sierra de cinta</b>	<b>64,43</b>	<b>94,82</b>	<b>149,69</b>	<b>155,86</b>
<b>Tiempo total en la sierra circular y de cinta</b>	<b>146,86</b>	<b>189,4</b>	<b>240,46</b>	<b>315,36</b>
<b>Indicadores de productividad en la operación de aserrío</b>				
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	146,88 (49,60)	189,4 (45,05)	240,49 (20,05)	315,35 (35,61)
Rendimiento con corteza (%)	55,47 (13,35)	41,22 (13,19)	25,34 (6,54)	14,45 (6,13)
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,86 (0,29)	0,96 (0,38)	0,81 (0,23)	0,52 (0,26)

#### 4.2.3 Conicidad de trozas del aserradero A

Con sierra circular el tiempo total de aserrado para 1000 pt, tiene un comportamiento similar al presentar valores estimados de 114,35 min, 110,75 y 109,44 minutos, pertenecientes a las categorías de conicidad de 0-1, 1.1-2 y 2.1-3 cm.

**Tabla 10.** Tiempos y rendimientos por conicidad de trozas en el aserradero A

Variable	Categorías de conicidad de las trozas (cm)		
	0-1	1.1-2	2.1-3
<b>Características de las trozas aserradas</b>			
Diámetro mayor con corteza (m)	0,31 (0,07)	0,31 (0,07)	0,32 (0,07)
Diámetro menor con corteza (m)	0,29 (0,07)	0,28 (0,07)	0,26 (0,07)
Longitud de la troza (m)	2,52 (0,02)	2,52 (0,03)	2,52 (0,02)
Volumen total con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	22,51	15,3	1,22
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>			
Total de tablas generadas (n)	706	503	45
Volumen total de las tablas aserradas (m <sup>3</sup> )	6,48	4,62	0,4
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra circular</b>			
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	14,34 (7,42)	12,99 (6,04)	12,72 (3,24)
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	2,98 (0,46)	2,50 (0,26)	2,51 (0,35)
Tiempo de carga	2,96 (0,73)	2,92 (0,5)	2,82 (0,59)
Tiempo de avance	49,56 (18,83)	48,95 (19,65)	49,46 (16,61)
Tiempo de retrocesos	15,49 (8,51)	15,57 (7,65)	13,21 (8,93)
Tiempo de volteos de las trozas	15,00 (8,66)	14,3 (8,19)	16,8 (9,02)
Tiempo de traslado y apilado de tablas	1,68 (0,4)	1,68 (0,34)	1,54 (0,21)
Tiempo justificado	10,12 (7,37)	9,67 (5,17)	8,20 (4,66)
Tiempo no justificado	2,20 (0,89)	2,19 (0,98)	2,18 (0,61)
<b>Total proceso sierra circular</b>	<b>114,33</b>	<b>110,77</b>	<b>109,44</b>
<b>Indicadores de productividad en la operación de aserrío</b>			
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	114,35 (35,95)	110,75 (32,19)	109,44 (27,81)
Rendimiento con corteza (%)	27,12 (6,2)	28,3 (6,52)	31,48 (6,93)
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	1,15 (0,45)	1,19 (0,49)	1,27 (0,53)

Asimismo las variables rendimiento y productividad no mostró variabilidad al mostrar valores de 27.12%, 28.3%, 31.48% y de 1.15, 1.19 y de 1.27 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> para las tres clases agrupadas como parte de la investigación (Tabla 10).

#### **4.2.4 Conicidad de trozas del aserradero B**

El tiempo total de aserrado para 1000 pt en el aserradero B, se determinó que aumenta cuando se incrementa el grado de conicidad variando desde 154,06 min (0-1 cm/m) hasta 282,62 min, para la categoría diamétrica de 5-6 (cm/m). Mientras que el rendimiento presentó un comportamiento atípico al mostrar valores desde 52,52% perteneciente a la primera categoría de conicidad (0-1 cm/m), para la segunda clase de conicidad (1.1-2 cm/m) su valor disminuye al 45,62%, luego se incrementa al 48,82% (2.1-3 cm/m) y se reduce en la sexta clase de conicidad (5.1-6 cm/m) con el 28.28%. Resultados obtenidos debido a la incidencia promovida por el mayor número de trozas agrupadas en la primera categoría de conicidad con un número de 103 en contraste con la categoría de 5,1-6 donde se contabilizó una sola troza (Tabla 11).

La conicidad no presentó efectos significativos ( $p = 0,436$ ) sobre el rendimiento en madera aserrada, lo cual no es consistente en relación a lo expuesto por Manhiça *et al.*, (2012), quienes indican que la conicidad incide sobre las primeras piezas aserradas después de retirar las costeras siempre presentan una forma irregular, y que al cuadrarlas generalmente se reducen en anchos y largos, propiciando la obtención de rendimientos relativamente bajos en ciertas clases diamétricas o en el rendimiento general del aserrado. Finalmente, para la variable productividad presentó un comportamiento semejante entre la primera y segunda categoría de conicidad con valores de 0,89 y 0,88 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>, posteriormente se incrementa para la categoría de 3.1-4 con 0,99 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> hasta disminuir a un valor de 0,58 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> correspondiente a la clase de 5.1- 6 cm/m.

**Tabla 11.** Tiempos y rendimientos por conicidad de trozas en el aserradero B

Variable	Categorías de conicidad de las trozas (cm)					
	0-1	1.1-2	2.1-3	3.1-4	4.1-5	5.1-6
<b>Características de las trozas aserradas</b>						
Diámetro mayor con corteza (m)	0,24 (0,05)	0,29 (0,07)	0,33 (0,1)	0,38 (0,09)	0,41 (0,07)	0,41 (0,00)
Diámetro menor con corteza (m)	0,23 (0,05)	0,25 (0,07)	0,27 (0,09)	0,3 (0,08)	0,31 (0,07)	0,27 (0,00)
Longitud de la troza (m)	2,47 (0,11)	2,49 (0,14)	2,49 (0,11)	2,48 (0,03)	2,32 (0,24)	2,48 (0,00)
Volumen total con corteza (m <sup>3</sup> ·r)	11,47	12,76	1,22	0,95	0,51	0,24
<b>Productos obtenidos del aserrío</b>						
Total de tablas generadas (n)	536	482	65	25	15	7
Volumen total de las tablas aserradas (m <sup>3</sup> )	5,67	5,07	0,66	0,35	0,14	0,07
<b>Tiempo para aserrar en la sierra circular 1000 pt (min)</b>						
Tiempo de descargue de trozas en aserradero	11,29 (3,99)	11,52 (3,68)	12,22 (2,28)	14,32 (2,23)	13,43 (0,94)	5,75 (0,00)
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	3,21 (2,72)	3,87 (3,23)	4,19 (1,66)	3,67 (1,54)	4,37 (3,17)	14,6 (0,00)
Tiempo de carga	4,42 (3,58)	4 (3,86)	5,53 (3,27)	6,13 (7,15)	3,93 (2,59)	2,12 (0,00)
Tiempo de avance	20,25 (9,58)	20,41 (9,69)	22,61 (11,57)	22,14 (10,41)	25,89 (8,77)	48,53 (0,00)
Tiempo de retrocesos	13,25 (7,31)	11,25 (8,85)	10,03 (6,16)	10,66 (12,36)	15,01 (13,85)	6,29 (0,00)
Tiempo de volteos de las trozas	11,3 (6,6)	16,35 (55,06)	9,97 (6,54)	7,5 (4,49)	10,83 (6,28)	20,14 (0,0)
Tiempo de traslado y apilado de tablas	1,89 (0,23)	1,92 (0,28)	1,99 (0,51)	2,23 (0,39)	2,12 (0,33)	1,89 (0,0)
Tiempo justificado	15,51 (6,41)	15,49 (6,32)	16,21 (4,34)	14,11 (6,19)	9,21 (2,54)	20,22 (0,0)
Tiempo no justificado	4,28 (0,97)	4,4 (0,94)	4,41 (0,47)	4,97 (1,17)	4,97 (0,39)	6,21 (0,0)
<b>Subtotal proceso en Sierra circular</b>	<b>85,4</b>	<b>89,21</b>	<b>87,16</b>	<b>85,73</b>	<b>89,76</b>	<b>125,75</b>
<b>Tiempo para aserrar 1000 pt (min) en la sierra de cinta</b>						
Tiempo de carga a sierra de cinta	2,1 (0,88)	2,81 (1,46)	3,21 (1,76)	3,73 (1,61)	5,38 (0,65)	4,93 (0,00)
Tiempo de avance	26,16 (7,76)	32,89 (13,39)	37,2 (16,2)	48,81 (15,57)	53,84 (2,79)	59,61 (0,00)
Tiempo de retroceso	24,3 (8,37)	31,9 (13,8)	36,85 (16,74)	44,85 (21,6)	53,66 (2,79)	60,53 (0,00)
Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta	11,73 (4,48)	15,22 (7,02)	16,57 (8,89)	20,04 (8,34)	26,16 (1,92)	26,15 (0,00)
Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta	1,51 (0,26)	1,6 (0,34)	1,74 (0,49)	2,15 (0,41)	2,26 (0,62)	2,70 (0,00)
Tiempo justificado en la sierra de cinta	1,54 (0,03)	1,55 (0,04)	1,55 (0,04)	1,53 (0,02)	1,55 (0,02)	1,58 (0,00)
Tiempo no justificado en la sierra de cinta	1,32 (0,05)	1,32 (0,03)	1,31 (0,01)	1,33 (0,06)	1,33 (0,00)	1,39 (0,00)
<b>Subtotal proceso en sierra de cinta</b>	<b>68,66</b>	<b>87,29</b>	<b>98,43</b>	<b>122,44</b>	<b>144,18</b>	<b>156,89</b>
<b>Total procesos sierra circular y de cinta</b>	<b>154,06</b>	<b>176,5</b>	<b>185,59</b>	<b>208,17</b>	<b>233,94</b>	<b>282,64</b>
Tiempo total de aserrado para 1000 pt (min)	154,06 (33,51)	176,5 (71,99)	185,58 (51,52)	208,17 (61,18)	233,94 (25)	282,62 (0,00)
Rendimiento con corteza (%)	52,52 (12,64)	45,62 (16,7)	48,82 (31,91)	37,08 (3,31)	29,97 (7,7)	28,28 (0,00)
Productividad (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,89 (0,28)	0,88 (0,38)	0,91 (0,27)	0,99 (0,27)	0,75 (0,23)	0,58 (0,00)

Al aplicar la Prueba de Mann Whitney se distingue dos diferencias significativas para el diámetro mayor y menor de las trozas entre los dos aserraderos ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Prueba de Mann Whitney para el diámetro mayor, menor y la conicidad de las trozas

Variable	Aserradero	n	Media	Desv Std	Mediana	W	P
D. Max. m	A	210	0,31	0,07	0,3	35734	0,0001
	B	205	0,27	0,07	0,26		
D. Mín. m	A	210	0,28	0,07	0,28	35483	0,0001
	B	205	0,24	0,06	0,23		
Conicidad	A	210	1,00	0,76	0,93	35483	0,436
	B	205	1,12	0,93	1,00		

### 4.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE LA TRANSFORMACIÓN PRIMARIA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE SIERRA UTILIZADA

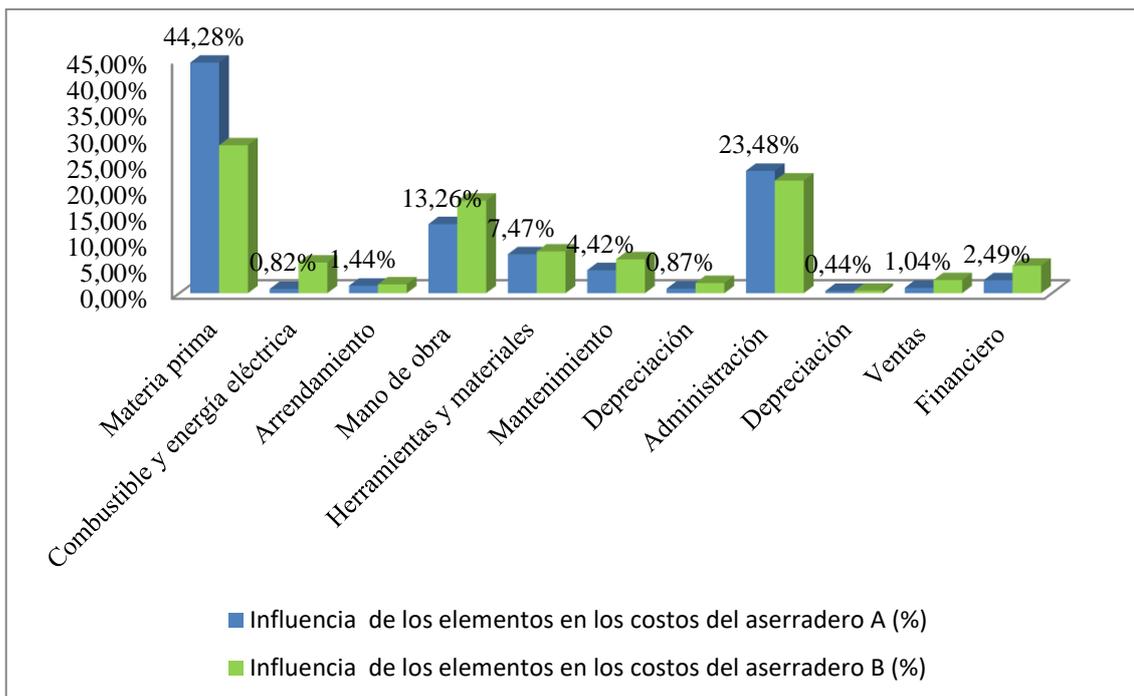
#### 4.3.1 Costos de producción

El comportamiento del costo total por pt de acuerdo al nivel de tecnología utilizado, coeficientes técnicos de producción estimados y demás componentes considerados para su cálculo, que agrupa información de los anexos: 10,11,12 y 13. Refleja por un lado, un costo 0,29 USD por pt de eucalipto, cuyo resultado demuestra la mayor incidencia de la materia prima con el 44,28%, seguido de la parte administrativa con el 23,48%, y el componente mano de obra con 13,26% (Figura 7), en cambio la menor incidencia corresponde a la depreciación de los elementos que conforman la depreciación del componente administrativo con el 0,44% al trabajar con sierra circular en el aserradero A y, por otro, se determinó un costo total ligeramente inferior de 0,272 USD por pt al utilizar el sistema sierra circular + sierra de cinta del aserradero B (Tabla 13).

**Tabla 13.** Costos variables y fijos de la producción de los aserraderos en estudio

Clasificación	Área	Elementos	Aserraderos		
			Aserradero A	Aserradero B	
			Costo (USD/pt)	Costo (USD/pt)	
Costo variable	Producción	Materia prima	0,128	0,072	
		Combustible y energía eléctrica	0,002	0,015	
		Arrendamiento	0,004	0,004	
		Mano de obra	0,038	0,054	
		Herramientas y materiales	0,022	0,020	
Costo fijo	Producción	Mantenimiento	0,013	0,017	
		Depreciación	0,003	0,005	
		Administración	Administración	0,068	0,060
			Depreciación	0,001	0,001
		Ventas	Ventas	0,003	0,009
Financiero	Financiero	0,007	0,013		
<b>Total</b>			0,290	0,272	

El cual obedece a un menor impacto que ejerce la materia prima con el 28,39%, le sigue la parte administrativa con el 21,61% y la mano de obra con 17,74% y con menor influencia pertenece a la depreciación del componente administración con el 0,47% (Figura 7). Los costos de producción por pie tablar proyectados en el presente estudio son similares al reportado por (Coronel de Renolfi *et al.*, 2012) quien determinó un costo de aserrío de USD \$0.3121 para *Prosopis alba* Griseb. en Santiago del Estero, Argentina. Dicho costo fue tipificado en base a los rubros de materia prima, mano de obra directa y energía consumida en el proceso de aserrío, al relacionar con el tipo de cambio de julio de 2018, equivaldría a USD \$1.47, siendo menores los costos de producción por pie tablar estimados en los dos aserraderos del cantón Riobamba con alrededor del 79%.



**Figura 7.** Incidencia de los elementos que intervienen en la estructura de los costos de producción de los aserraderos evaluados.

### 4.3.2 Rentabilidad financiera

De acuerdo a los niveles de producción y ventas registrados, fueron utilizados para estructurar los costos, gastos, e ingresos, para la elaboración de los estados de resultados para un periodo de 5 meses de cada aserradero, mismos que se presentan a continuación.

#### 4.3.2.1 Estructura de costos y gastos del aserradero A

El costo total del proceso de aserrado de madera para 50.000 pie tablares que agrupa a los elementos de producción, administración, las ventas y financiero varió en los cinco meses de estudio (Tabla 14).

**Tabla 14.** Resumen de la estructura de costos y gastos del aserradero A en USD

Denominación	Meses 2018				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Costos de Produccion</b>	<b>10.969,74</b>	<b>10.958,51</b>	<b>10.948,07</b>	<b>10.728,63</b>	<b>10.948,07</b>
Mano de obra directa	1.920,00	1.941,63	1.939,66	1.898,37	1.939,66
Mano de obra indirecta	480,00	485,41	484,92	474,59	484,92
Materia prima, insumos y materiales	7.725,57	7.812,60	7.804,69	7.638,55	7.804,69
Combustibles	78,00	78,88	78,80	77,12	78,80
Mantenimiento	640,00	640,00	640,00	640,00	640,00
Depreciación	126,17	126,17	126,17	126,17	126,17
<b>Gastos Administrativos</b>	<b>3399,61</b>	<b>3324,68</b>	<b>3321,08</b>	<b>3269,48</b>	<b>3321,08</b>
Sueldos y salarios	246,53	120,00	120,00	120,00	120,00
Servicios básicos	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Materiales de oficina	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83
Permisos funcionamiento	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50
Depreciacion	177,34	177,34	177,34	177,34	177,34
Impuestos por venta de productos	2.711,40	2.763,00	2.759,40	2.707,80	2.759,40
<b>Gastos en Ventas</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>
Promoción y Publicidad	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
<b>Gastos Financieros</b>	<b>360,72</b>	<b>360,72</b>	<b>360,72</b>	<b>360,72</b>	<b>360,72</b>
Interés	360,72	360,72	360,72	360,72	360,72
<b>TOTAL</b>	<b>14.880,07</b>	<b>14.793,91</b>	<b>14.779,86</b>	<b>14.508,83</b>	<b>14.779,86</b>

#### 4.3.2.2 Estructura de ingresos del aserradero A

Los ingresos del aserradero A están conformados por la venta de 39.653 pie tablares de eucalipto de primera, 10.108 de segunda y 5.530 costeras a los precios de 0.46, 0.25 y 0.40 USD respectivamente en el caso del primer mes y de forma similar para los cuatro meses restantes (Tabla 15).

**Tabla 15.** Ingresos por la venta de tablas del aserradero A

<b>Descripción</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Tablas de primera	10.200	10.400	10.200	10.000	10.200
Pie tablares de primera	39.653	40.431	39.653	38.876	39.653
Precio	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
<b>Subtotal</b>	<b>18.240,43</b>	<b>18.598,09</b>	<b>18.240,43</b>	<b>17.882,78</b>	<b>18.240,43</b>
Tablas de segunda	2.600	2.800	3.000	2.800	3.000
Pie tablares de segunda	10.108	10.885	11.663	10.885	11.663
Precio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<b>Subtotal</b>	<b>2.526,91</b>	<b>2.721,29</b>	<b>2.915,67</b>	<b>2.721,29</b>	<b>2.915,67</b>
Costeras	6.530	6.550	6.530	6.510	6.530
Precio	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Subtotal</b>	<b>2.612,00</b>	<b>2.620,00</b>	<b>2.612,00</b>	<b>2.604,00</b>	<b>2.612,00</b>
<b>Total</b>	<b>23.379,34</b>	<b>23.939,38</b>	<b>23.768,10</b>	<b>23.208,07</b>	<b>23.768,10</b>

#### 4.3.2.3 Estado de resultados del aserradero A

La confrontación de las ventas contra los costos, gastos e impuestos del aserradero A. Generaron una utilidad neta de 6.374.46 USD correspondiente al primer mes y de 6.741,18 USD en el quinto mes (Tabla 16).

**Tabla 16.** Estado de resultados del aserradero A

<b>Denominación</b>	<b>Meses 2018</b>				
	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
(+) Ventas	23.379,34	23.939,38	23.768,10	23.208,07	23.768,10
(-) Costos de Producción	10.969,74	10.958,51	10.948,07	10.728,63	10.948,07
(=) Utilidad Bruta	12.409,60	12.980,86	12.820,03	12.479,43	12.820,03
(-) Gastos Administrativos	3399,61	3324,68	3321,08	3269,48	3321,08
(-) Gastos en ventas	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
(=) Utilidad Operativa	8860,00	9506,19	9348,96	9059,96	9348,96
(-) Gastos Financieros	360,72	360,72	360,72	360,72	360,72
(=) Utilidad antes de impuestos	8499,28	9145,47	8988,24	8699,24	8988,24
(-) Impuestos 25%	2.124,82	2.286,37	2.247,06	2.174,81	2.247,06
<b>(=) Utilidad Neta</b>	<b>6.374,46</b>	<b>6.859,10</b>	<b>6.741,18</b>	<b>6.524,43</b>	<b>6.741,18</b>

#### 4.3.2.4 Indicadores de rentabilidad del aserradero A

Las ventas de la empresa por comercializar tablas y costeras de eucalipto generaron 53,79% de utilidad bruta al aserradero A para el periodo de 5 meses del año 2018 (Tabla 17).

**Tabla 17.** Indicadores de rentabilidad del aserradero A

<b>Denominación</b>	<b>Total</b>
(+) Ventas	118.062,99
(-) Costos de Producción	54.553,02
(=) Utilidad Bruta	63.509,97
<b>(=) Utilidad Neta</b>	<b>33.240,34</b>
Margen Bruto Utilidad (MBU)	53,79%
Margen de Utilidad Neta (MUN)	61 %

El indicador margen de utilidad neta indica que por cada USD 100 que ingresan al negocio, después de pagar los costos (fijos, variables, gastos e impuestos) por aserrar madera de eucalipto, le sobra USD 61 al aserradero A (Tabla 17).

#### 4.3.2.5 Estructura de costos y gastos del aserradero B

El costo total del proceso de aserrado de madera para 53.000 pie tablares que agrupa a los elementos de producción, administración, las ventas y financiero tuvo un comportamiento más o menos similar en los cinco meses de estudio (Tabla 18).

**Tabla 18.** Resumen de la estructura de costos y gastos del aserradero B

Denominación	Meses				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Costos de Producción</b>	<b>10.052,02</b>	<b>9.888,70</b>	<b>9.879,58</b>	<b>9.688,00</b>	<b>9.879,58</b>
Mano de obra directa	2.400,00	2.427,04	2.424,58	2.372,96	2.424,58
Mano de obra indirecta	480,00	485,41	484,92	474,59	484,92
Materia prima, insumos y materiales	5.950,35	6.017,38	6.011,29	5.883,32	6.011,29
Combustibles	78,00	78,88	78,80	77,12	78,80
Mantenimiento	880,00	880,00	880,00	880,00	880,00
Depreciación	263,67	263,67	263,67	263,67	263,67
<b>Gastos Administrativos</b>	<b>3172,47</b>	<b>3101,14</b>	<b>3093,94</b>	<b>3038,74</b>	<b>3086,74</b>
Sueldos y salarios	246,53	120,00	120,00	120,00	120,00
Servicios básicos	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Materiales de oficina	21,83	21,83	21,83	21,83	21,83
Permisos funcionamiento	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50
Depreciación	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61
Impuestos por venta de productos	2.598,00	2.653,20	2.646,00	2.590,80	2.638,80
<b>Gastos en Ventas</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>
Promoción y Publicidad	500,00	340,00	340,00	340,00	340,00
<b>Gastos Financieros</b>	<b>713,16</b>	<b>713,16</b>	<b>713,16</b>	<b>713,16</b>	<b>713,16</b>
Interés	713,16	713,16	713,16	713,16	713,16
<b>TOTAL</b>	<b>14.437,65</b>	<b>14.203,00</b>	<b>14.186,68</b>	<b>13.939,90</b>	<b>14.179,48</b>

#### 4.3.2.6 Estructura de ingresos del aserradero B

Los ingresos del aserradero B están conformados por la venta de 44.070 pie tablares de eucalipto de primera, 11.233 de segunda y 5.800 costeras a los precios de 0.46, 0.25 y 0.40 USD respectivamente en el caso del primer mes y de forma similar para los cuatro meses restantes (Tabla 19).

**Tabla 19.** Ingresos por la venta de tablas del aserradero B

<b>Descripción</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
Tablas de primera	9.600	9.800	9.600	9.400	9.200
Pie tablares de primera	44.070	44.934	44.070	43.205	44.070
Precio	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
<b>Subtotal</b>	<b>20.271,98</b>	<b>20.669,47</b>	<b>20.271,98</b>	<b>19.874,49</b>	<b>20.271,98</b>
Tablas de segunda	1.800	1600	2200	2000	1800
Pie tablares de segunda	11.233	12.098	12.962	12.098	12.962
Precio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<b>Subtotal</b>	<b>2.808,35</b>	<b>3.024,38</b>	<b>3.240,41</b>	<b>3.024,38</b>	<b>3.240,41</b>
Costeras	5.800	5.900	5.800	5.700	5.650
Precio	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Subtotal</b>	<b>2.320,00</b>	<b>2.360,00</b>	<b>2.320,00</b>	<b>2.280,00</b>	<b>2.260,00</b>
<b>Total</b>	<b>25.400,34</b>	<b>26.053,85</b>	<b>25.832,39</b>	<b>25.178,87</b>	<b>25.772,39</b>

#### 4.3.2.7 Estado de resultados del aserradero B

La confrontación de las ventas contra los costos, gastos e impuestos del aserradero B. Generaron una utilidad neta de 8.222,01 USD correspondiente al primer mes y de 8.694,68 USD en el quinto mes (Tabla 20).

**Tabla 20.** Estado de resultados del aserradero B

<b>Denominación</b>	<b>Meses 2018</b>				
	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
(+) Ventas	25.400,34	26.053,85	25.832,39	25.178,87	25.772,39
(-) Costos de Producción	10.052,02	9.888,70	9.879,58	9.688,00	9.879,58
(=) Utilidad Bruta	15.348,32	16.165,15	15.952,81	15.490,87	15.892,81
(-) Gastos Administrativos	3172,47	3101,14	3093,94	3038,74	3086,74
(-) Gastos en ventas	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
(=) Utilidad Operativa	11675,85	12564,01	12358,87	11952,13	12306,07
(-) Gastos Financieros	713,16	713,16	713,16	713,16	713,16
(=) Utilidad antes de impuestos	10962,69	11850,85	11645,71	11238,97	11592,91
(-) Impuestos 25%	2.740,67	2.962,71	2.911,43	2.809,74	2.898,23
<b>(=) Utilidad Neta</b>	<b>8.222,01</b>	<b>8.888,14</b>	<b>8.734,28</b>	<b>8.429,23</b>	<b>8.694,68</b>

#### 4.3.2.8 Indicadores de rentabilidad del aserradero B

Las ventas de la empresa por comercializar tablas y costeras de eucalipto generaron 61,49% de utilidad bruta al aserradero B para el periodo de 5 meses del año 2018 (Tabla 21).

**Tabla 21.** Indicadores de rentabilidad del aserradero B

<b>Denominación</b>	<b>Total</b>
(+) Ventas	128.237,85
(-) Costos de Producción	49.387,87
(=) Utilidad Bruta	78.849,97
<b>(=) Utilidad Neta</b>	<b>42.968,34</b>
Margen Bruto Utilidad (MBU)	<b>61,49%</b>
Margen de Utilidad Neta (MUN)	<b>87,00%</b>

El indicador margen de utilidad neta indica que por cada USD 100 que ingresan al negocio, después de pagar los costos (fijos, variables, gastos e impuestos) por aserrar madera de eucalipto, le sobra USD 87 al aserradero B (Tabla 21).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

Los tiempos estimados para procesar 1,000 pt (2.36 m<sup>3</sup>) son de 112,73 minutos de los cuales 79,78 corresponden al tiempo productivo, específicamente los avances, y retrocesos del carro escuadra al trabajar con sierra circular del aserradero A. En cambio, en el aserradero B con 167,36 minutos, de los cuales 46,16 minutos pertenecen al tiempo productivo en la elaboración de bloques, mientras que en la fase complementaria de bloques a tablas su valor calculado es de 73,07 minutos en la sierra de cinta.

Los rendimientos con corteza es de 27,74% en el aserradero A y de 48,84 % para el aserradero B, por cada metro cúbico de madera en rollo (m<sup>3</sup>r) procesada, se obtuvo 117 pt (0,277 m<sup>3</sup>) y 207 pt (0.488 m<sup>3</sup>) de madera aserrada respectivamente. Se determinó que en el aserradero A, a medida que aumenta el diámetro de las trozas, existe un incremento en el rendimiento y productividad, en cambio en el aserradero B, no existió influencia del diámetro en el rendimiento de la madera aserrada.

La comparación de los costos de producción por pie tablar de eucalipto son similares (0,29 y 0,27 USD/pt) al trabajar con sierra circular versus el sistema sierra circular y de cinta respectivamente. Evidencia la optimización de la materia prima cuando se utiliza el sistema de aserrado combinado, mismo que influye con la disminución del 15,89% de los costos de materia prima en relación al 44,28% del aserradero A.

La rentabilidad de los dos proyectos de aserradero por vender tablas y costeras de eucalipto generaron un margen de utilidad neta de 61 y 87 dólares respectivamente

## 5.2 RECOMENDACIONES

Desarrollar estudios complementarios de tiempos y rendimientos que implica la conversión de madera en rollo a madera aserrada de eucalipto y otras especies a nivel de aserradero considerando la agrupación de trozas por clases diamétricas, longitud de trozas, su calidad, conicidad, los sistemas combinados de sierra circular más la de cinta, y otros factores tendientes a reducir costos de producción y la mejora del proceso de

aserrío para otros aserraderos con similares instalaciones o procesos.

Elaborar una base de datos considerando los ingresos, coeficientes técnicos de la producción de cada aserradero, las salidas, así como la disponibilidad de madera en rollo y madera aserrada de tal forma que se pueda realizar análisis mensuales que orienten la toma de decisiones técnicas para su manejo aplicando criterios ergonómicos.

Promover la utilización de los sistemas combinados de sierra circular y de cinta por cuanto se optimiza de forma adecuada la materia prima y al mismo tiempo vincular a los propietarios de los aserraderos y otras Pymes a que participen en proyectos de establecimiento, el manejo de bosques y plantaciones forestales a fin de disponer de materia prima a mediano y largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, A.; Inzunza, L.; Alzamora, R.; Tapia, L. (2005). Evaluación del costo de producción para faenas de aserrío portátil. *Bosque*. 26(2): 107-114.
- Aldás, G. (2014). *Rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (Pinus radiata D.Don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba*. Tesis de pregrado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Álvarez, D.; Andrade, F.; Chávez, P.; Estévez, I.; García, J.M. (2003). Análisis matemático para elevar la eficiencia de los aserraderos con sierras de banda. *Revista Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(1):89-94.
- Álvarez, D., Lazo, M., & Andrade, F. (2002). *Factores fundamentales para aumentar los rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda*. Pinar del Río. Cuba: Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 final.
- Areaga, J. (2013). “Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*Swietenia macrophylla*), en dos aserraderos del municipio de Flores – Peten, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía – Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales, Guatemala.
- Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., & Robledo, C. W. (2008). *Infostat. Manual del Usuario*. Córdoba, Argentina: Brujas.
- Calderón, M., y Sosa, V. (2012). *Manual de Taller de capacitación: curso-taller de aserrío*.
- Calvache, J. (2016). La investigación científica como alternativa en la formación profesional. Colombia: CEPUN.
- Castelo, C. (2011). *Estudio cualitativo y cuantitativo de las trozas de pino (Pinus radiata) para la elaboración de pallets en la industria Haro Madera, parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Tesis de pregrado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Ciudad Alfaro: Asamblea Constituyente.

- Coronel de Renolfi, M., Díaz, F., Cardona, G., y Ruiz, P. (2012). Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho*. 20 (1,2): 15-28
- Corporación de Estudios y Publicaciones. (2017). *Legislación Forestal*. Quito, Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Cubbage, F. W., Davis, R. R., & Frey, G. E. (2011). *Guía para la evaluación económica y financiera de proyectos forestales comunitarios en México*. Documento de Trabajo Forestal Latinoamericano N° 2. Washington, DC 20433 USA: Banco Mundial Región de Latioamérica y El Caribe.
- Cruz de León, J. (2011). *Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera*. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- De Souza, Á.N., De Oliveira, A.D., Solforo, J.R., De Mello, J.M., De Carvalho, L.M. 2007. Modelagem do rendimento no desdobro de toras de eucalipto cultivado em sistema agroflorestal. *Cerne*. 13(2):222-238.
- Ecuador Forestal. (Julio de 2013). *Organización Ecuador Forestal*.  
[http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_Industrias.pdf](http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf)
- Ecuador Forestal. (Mayo de 2010). *Organización Ecuador Forestal*.  
<http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Instructivo-Cubicaci%C3%B3n-de-Madera.pdf>
- Fontalvo, T., De la Hoz Granadillo, E., & Vergara, J. C. (2012). Aplicación de análisis discriminante para evaluar el mejoramiento de los indicadores financieros en las empresas del sector alimento de Barranquilla - Colombia. *Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería*. 20 (3): 320-330.
- García, J. D.; Morales, L.; Valencia, S. 2001. *Coefficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco*. Foresta-AN. Nota técnica Núm. 5. UAAAN, Saltillo, Coah. 12 p.
- Hernández, A. (2016). *Determinación de costos en la industria del aserrío*. Guía básica. México.
- Hidalgo, D. (2009). Análisis de la Situación de la Empresa: Ratios de Rentabilidad II. *Actualidad Empresarial*, N° 176
- INAB, ITTO, 2016. Guía para estudios de rendimiento de transformación primaria. Guatemala, SERIE TÉCNICA GT-011 (2016) 47 paginas.

- Jaramillo, F. (2009). *¿Cómo hacer análisis financiero?* Bogotá: Alfaomega.
- MAE. (2010). *Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007-2009*. Quito, Ecuador.
- Manhiça, A.A.; Pereira Da Rocha, M.; Timofeiczky-Júnior, R. (2012). Rendimiento no desdoble de Pinus sp. utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte. *Floresta*, 42 (2): 409-420.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. (2015). Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. Guayaquil, Ecuador: MAGAP.
- Ministerio del Ambiente Chimborazo. (2018). *Base de datos de aserraderos registrados en oficina Técnica del Ministerio del Ambiente Chimborazo*. Riobamba, Ecuador.
- Muñoz, M. (2010). *Perfil de la factibilidad*. Quito, Ecuador.
- Nájera, J., Adame, G., Méndez, J., Vargas, B., Cruz, F., Hernández, F., y otros. (2012). Rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes México*, 20 (55): 11-23.
- Nájera, J., Aguirre, O., Treviño, E., Jiménez, J., Jurado, E., y Corral, J. (2011 a). Rendimiento volumétrico y calidad dimensional de la madera aserrada en aserraderos de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(4): 75-89.
- Palacios, W., & Quiroz, H. (2012). *Sondeo de percepciones sobre la rentabilidad del aprovechamiento de madera por pequeños propietarios. Proyecto USAID Costas y Bosques sostenibles*. Quito, Ecuador.
- PRO ECUADOR. (2013). *Muebles y productos de madera – Pro Ecuador*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/Perfiles-de-Inversiones-Promocion-de-Inversiones/Perfiles-de-Inversion/Muebles-y-Productos-de-Madera.pdf>
- Rivas, D. (2013). "Guía de cubicación de madera". Consultado el 10 de marzo de 2018. Disponible en [http://www.rivasdaniel.com/pdf/GUIA\\_DE\\_CUBICACION\\_MADERA.pdf](http://www.rivasdaniel.com/pdf/GUIA_DE_CUBICACION_MADERA.pdf)
- Rocha, M. (2002). *Técnicas e planejamento de serrarias*. Serie didáctica 02/01. FUCEP, Curitiba. 121p.
- Romahn de la V. C.F.; Ramírez, M.; Treviño, J.L. (1987). *Dendrometría*. Serie de apoyo académico Núm. 26. División de Ciencias Forestales. Universidad

- Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 387p.
- Rondeux, J. (2010). *Medición de árboles y masas forestales*. España: Mundi-Prensa.
- Scanavaca, L., & García, J. (2003). Rendimiento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. *Scientia Forestalis*, 63: 32-43.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, S. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. SENPLADES*. Quito.
- Solano, R. (2010). *Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. PROYECTO PD512/08 Rev.2 (I)*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.
- Ureña, K. (2017). *Análisis del rendimiento y eficiencia actual en la producción de madera aserrada, en el aserradero El Almendro S.A., Cartago, Costa Rica*. Trabajo de pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Valério, A., Farinha, W., Tavalca, C., & H, S. (2007). *Cuantificação de resíduos e rendimento no desdobro de Araucaria angustifolia (Bertol) O. Kuntze. Floresta*, 37 (3): 387-398.
- Vignote, P., & Martínez, R. (2005). *Tecnología de la Madera*. España: Ediciones Mundi-Prensa Libros S.A.
- Villagómez, L., & García, A. (1986). El estudio de trabajo y su aplicación en las operaciones de abastecimiento forestal. *Ciencia Forestal en México*, 59(11): 162-180.
- Wade, M. V.; Bullard, S. H.; Steele, P. H.; Araman, P. A. (1992). *Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics*. *Forest Products Journal* 42 (11-12): 21-26

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Certificado del análisis del Sistema Urkund

Quevedo, 04 de octubre de 2018

Sr. Ingeniero.

Roque Vivas Moreira

DIRECTOR DE POSGRADO-UTEQ

Presente.-

De mis consideraciones

El suscrito, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el proyecto de investigación titulado “**Rendimiento de madera aserrada de *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto) con sierra circular y de cinta en el cantón Riobamba. Año 2018**”, del estudiante del Programa de Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal **Miguel Ángel Guallpa Calva**, fue subida al sistema URKUND y presentó el 7% de similitud; dicho porcentaje de similitud está dentro del rango aceptable según el Reglamento e Instructivos de graduación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

URKUND	
<b>Documento</b>	<a href="#">PROYECTO DE INVESTIGACIÓN M GUALLPA-URKUND.docx</a> (D42063593)
<b>Presentado</b>	2018-10-03 02:49 (-05:00)
<b>Presentado por</b>	José Pedro Suatunce Cunuhay (jsuatunce@uteq.edu.ec)
<b>Recibido</b>	jsuatunce.uteq@analysis.arkund.com
<b>Mensaje</b>	ANALISIS URKUND PROYECTO DE INVESTIGACION MIGUEL GUALLPA <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 7% de estas 42 páginas, se componen de texto presente en 12 fuentes.



Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc.

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Anexo 2.** Formato de levantamiento de información de trozas y productos elaborados

<b>Aserradero:</b>	
<b>Evaluador:</b>	
<b>Fecha</b>	

N° Troza	Medidas para cubicación de troza			Observaciones	Código de producto	Medidas del producto elaborado			Observaciones
	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Longitud (m)			Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	
1					1				
					2				
					3				
2					1				
					2				
					3				

**Anexo 3.** Formato de registro de tiempos y movimientos durante el proceso de aserrío

<b>Evaluador:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>Proceso completo aserradero A</b>	<b>N° Troza</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>n</b>
Tiempo de descargue de trozas en aserradero						
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular						
Tiempo de carga						
Tiempo de avance						
Tiempo de retrocesos						
Tiempo de volteos de las trozas						
Tiempo de traslado y apilado de tablas						
Tiempo justificado						
Tiempo no justificado						
<b>Aserradero B</b>						
Primera fase: Sierra circular						
Tiempo de descargue de trozas en aserradero						
Tiempo de traslado de troza a la sierra circular						
Tiempo de carga						
Tiempo de avance						
Tiempo de retrocesos						
Tiempo de volteos de las trozas						
Tiempo de traslado y apilado de bloques						
Tiempo Justificado						
Tiempo no justificado						
Segunda fase: sierra de cinta						
Tiempo de carga a sierra de cinta						
Tiempo de avance						
Tiempo de retroceso						
Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta						
Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta						
Tiempo justificado en la sierra de cinta						
Tiempo no justificado en la sierra de cinta						

## Anexo 4. Formato de cuestionario aserraderos

### Cuestionario para conocer la situación actual de los aserraderos

Esta información será estrictamente confidencial y desde ya agradecemos su apertura y veracidad

Complete y/o conteste lo siguiente:

#### 1. Información general

Nombre del aserradero:

Barrio / sector :.....Cantón:.....

#### 2. Actividad

¿Cuál es su principal producto que elabora?

Indique si es actividad principal (P) o actividad secundaria (S): Pueden ser varias

Tipo de producto	Actividad	P	S
Tablas			
Tablones			
Vigas			
Costeras			
Leña			
Aserrín			
Retazos			

Otros productos de madera ¿Cuáles?

#### 3. Materia prima utilizada

Indique los tipos de maderas y cantidad de materias primas utilizadas

Nombre común	Cantidad (promedio mensual en m <sup>3</sup> )

4. ¿En qué porcentaje vario el costo de la materia prima promedio durante los meses del año anterior?  %

5. Indique la cantidad de personal que labora en su aserradero.....

¿En qué porcentaje vario el personal promedio con respecto a igual periodo del año anterior?

<input type="checkbox"/> Aumentó	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Disminuyó	<input type="checkbox"/>
----------------------------------	--------------------------	------------------------------------	--------------------------

#### 6. Instalaciones del aserradero

a) Costos estimados	Valor (USD)	b) Características de la planta	Valor (USD)
Maquinaria		Superficie total (m <sup>2</sup> )	
Mano de obra directa		Superficie cubierta (m <sup>2</sup> )	
Materia prima			
Combustible			
Otros gastos de producción			
Gastos administrativos			

Gastos en ventas			
Otros			

c. Escriba el nombre de los principales productos que se venden, su cantidad y precio de venta

Tipo de producto	Cantidad		Precio (USD)
	Semanal	Mensual	

El precio de venta promedio ¿En qué porcentaje vario con respecto a igual periodo del año anterior?

d. Estado general del equipamiento

Indique las principales maquinarias que dispone el aserradero.

Tipo de máquina o equipo	Estado		
	Bueno	Regular	Obsoleto

7. Consumo energético en kw/h

Consumo actual (Kw/h) indique el periodo mencionado:.....

8. Inversiones

Área	Realizó en los últimos 4 años		Ha pensado realizar a futuro	
	Si	No	Si	No
Infraestructura				
Maquinaria				
Herramientas				
Otros				

9. Capacitaciones

¿Tiene cronograma de capacitación para personal? Si.... No.....

¿Prevé capacitar? Si...No

Señale los aspectos en los que necesitaría capacitación

Mantenimiento		Seguridad e higiene en el trabajo	
Afilado		Otros. ¿Cuáles?	
Comercialización			
Costos			

10. Asistencia técnica

Monitoreo y mejoramiento de la producción		Estrategia de ventas	
Calidad		Seguridad e higiene en el trabajo	
Trazabilidad de la madera		Financiamiento	
Administración		Otros. ¿Cuáles?	

11. Financiamiento

a) ¿Cuál es su principal fuente de financiamiento?

Préstamos de bancos privados		Préstamos de bancos públicos	
Préstamos de cooperativas		Reinversión de utilidades	
Otro. especifique			

b) ¿Cuáles son los principales obstáculos para acceder a financiamiento bancario?

Dificultad para cumplir los requisitos exigidos por los bancos		Elevadas tasas de interés	
Otro. especifique			

12. ¿Implementa las normativas vigentes de seguridad e higiene? Como parte del funcionamiento de su aserradero.

Si		No		En proceso	
----	--	----	--	------------	--

**Anexo 05.** Datos de trozas, las tablas resultantes y cálculos de indicadores de productividad del aserradero A

Nº Troza	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Longitud (m)	Volumen con corteza (m <sup>3</sup> )	$C=(DM-Dm)/L$	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Nº Tablas	Volumen individual (m <sup>3</sup> )	Volumen de las tablas (m)	Rendimiento con corteza (%)	Volumen aserrado (pt)
1	0,346	0,325	2,51	0,2221	0,8367	2,51	0,14	0,025	5	0,0088	0,0439	19,78	18,61
2	0,21	0,183	2,53	0,0771	1,0672	2,53	0,143	0,027	2	0,0098	0,0195	25,34	8,28

3	0,39	0,37	2,53	0,2871	0,7905	2,53	0,142	0,026	11	0,0093	0,1027	35,78	43,54
4	0,4	0,385	2,55	0,3087	0,5882	2,55	0,141	0,026	10	0,0093	0,0935	30,29	39,61
5	0,271	0,202	2,53	0,1135	2,7273	2,53	0,142	0,026	3	0,0093	0,0280	24,69	11,87
6	0,298	0,237	2,53	0,1440	2,4111	2,53	0,147	0,025	4	0,0093	0,0372	25,82	15,76
7	0,249	0,225	2,55	0,1128	0,9412	2,55	0,143	0,025	4	0,0091	0,0365	32,33	15,45
8	0,247	0,196	2,57	0,1003	1,9844	2,57	0,14	0,026	3	0,0094	0,0281	27,97	11,89
9	0,302	0,273	2,54	0,1653	1,1417	2,54	0,145	0,027	5	0,0099	0,0497	30,08	21,07
10	0,183	0,166	2,49	0,0597	0,6827	2,49	0,142	0,026	1	0,0092	0,0092	15,40	3,90
11	0,212	0,185	2,51	0,0780	1,0757	2,51	0,14	0,025	2	0,0088	0,0176	22,52	7,44
12	0,326	0,315	2,49	0,2009	0,4418	2,49	0,147	0,025	5	0,0092	0,0458	22,77	19,39
13	0,331	0,326	2,5	0,2119	0,2000	2,5	0,138	0,026	8	0,0090	0,0718	33,87	30,41
14	0,431	0,422	2,48	0,3543	0,3629	2,48	0,14	0,024	15	0,0083	0,1250	35,27	52,96
15	0,24	0,223	2,53	0,1066	0,6719	2,53	0,142	0,026	3	0,0093	0,0280	26,28	11,87
16	0,249	0,2	2,49	0,0997	1,9679	2,49	0,141	0,025	4	0,0088	0,0351	35,20	14,88
17	0,39	0,37	2,49	0,2826	0,8032	2,49	0,14	0,026	10	0,0091	0,0906	32,07	38,41
18	0,43	0,4	2,48	0,3359	1,2097	2,48	0,14	0,026	14	0,0090	0,1264	37,62	53,55
19	0,182	0,17	2,54	0,0619	0,4724	2,54	0,14	0,027	1	0,0096	0,0096	15,52	4,07
20	0,249	0,21	2,48	0,1033	1,5726	2,48	0,143	0,026	4	0,0089	0,0355	34,32	15,03
21	0,298	0,25	2,53	0,1503	1,8972	2,53	0,143	0,026	5	0,0090	0,0452	30,08	19,16
22	0,435	0,4	2,48	0,3401	1,4113	2,48	0,143	0,026	14	0,0092	0,1291	37,96	54,70
23	0,247	0,194	2,53	0,0980	2,0949	2,53	0,142	0,026	3	0,0093	0,0280	28,59	11,87
24	0,18	0,17	2,54	0,0611	0,3937	2,54	0,14	0,027	1	0,0096	0,0096	15,70	4,07
25	0,245	0,22	2,53	0,1077	0,9881	2,53	0,138	0,025	4	0,0087	0,0349	32,41	14,79
26	0,249	0,21	2,53	0,1054	1,5415	2,53	0,145	0,025	3	0,0092	0,0275	26,10	11,66
27	0,348	0,32	2,49	0,2185	1,1245	2,49	0,142	0,025	5	0,0088	0,0442	20,22	18,73
28	0,181	0,171	2,53	0,0616	0,3953	2,53	0,142	0,027	1	0,0097	0,0097	15,75	4,11
29	0,214	0,191	2,49	0,0805	0,9237	2,49	0,142	0,025	2	0,0088	0,0177	21,97	7,49
30	0,4	0,37	2,53	0,2950	1,1858	2,53	0,14	0,025	11	0,0089	0,0974	33,02	41,27
31	0,434	0,42	2,55	0,3653	0,5490	2,55	0,138	0,026	15	0,0091	0,1372	37,57	58,15
32	0,247	0,225	2,54	0,1113	0,8661	2,54	0,147	0,025	5	0,0093	0,0467	41,92	19,78
33	0,24	0,215	2,51	0,1023	0,9960	2,51	0,14	0,025	4	0,0088	0,0351	34,34	14,89
34	0,39	0,368	2,49	0,2811	0,8835	2,49	0,141	0,025	10	0,0088	0,0878	31,22	37,19
35	0,41	0,375	2,53	0,3067	1,3834	2,53	0,143	0,025	10	0,0090	0,0904	29,49	38,33
36	0,4	0,382	2,53	0,3039	0,7115	2,53	0,141	0,027	10	0,0096	0,0963	31,69	40,81
37	0,246	0,21	2,54	0,1043	1,4173	2,54	0,143	0,025	3	0,0091	0,0272	26,11	11,54
38	0,33	0,275	2,53	0,1833	2,1739	2,53	0,142	0,025	9	0,0090	0,0808	44,09	34,25
39	0,338	0,305	2,5	0,2035	1,3200	2,5	0,141	0,025	9	0,0085	0,0761	37,42	32,26
40	0,346	0,324	2,54	0,2241	0,8661	2,54	0,142	0,025	5	0,0090	0,0451	20,12	19,10
41	0,435	0,39	2,53	0,3391	1,7787	2,53	0,141	0,025	14	0,0089	0,1249	36,82	52,90
42	0,21	0,18	2,49	0,0748	1,2048	2,49	0,142	0,027	2	0,0095	0,0191	25,52	8,09
43	0,4	0,384	2,53	0,3055	0,6324	2,53	0,142	0,026	10	0,0093	0,0934	30,58	39,58
44	0,305	0,275	2,51	0,1662	1,1952	2,51	0,147	0,025	5	0,0092	0,0461	27,74	19,54
45	0,298	0,28	2,53	0,1661	0,7115	2,53	0,141	0,025	5	0,0089	0,0446	26,84	18,89

46	0,4	0,372	2,54	0,2976	1,1024	2,54	0,142	0,026	10	0,0094	0,0938	31,51	39,74
47	0,185	0,17	2,55	0,0632	0,5882	2,55	0,14	0,026	1	0,0093	0,0093	14,68	3,93
48	0,275	0,237	2,49	0,1289	1,5261	2,49	0,138	0,025	4	0,0086	0,0344	26,66	14,56
49	0,292	0,273	2,53	0,1588	0,7510	2,53	0,138	0,025	5	0,0087	0,0436	27,49	18,49
50	0,245	0,224	2,54	0,1099	0,8268	2,54	0,141	0,026	3	0,0093	0,0279	25,41	11,84
51	0,242	0,225	2,53	0,1085	0,6719	2,53	0,14	0,026	4	0,0092	0,0368	33,96	15,61
52	0,272	0,252	2,49	0,1344	0,8032	2,49	0,14	0,026	4	0,0091	0,0363	26,97	15,36
53	0,342	0,32	2,53	0,2179	0,8696	2,53	0,145	0,026	5	0,0095	0,0477	21,88	20,21
54	0,3	0,29	2,53	0,1730	0,3953	2,53	0,143	0,025	5	0,0090	0,0452	26,14	19,16
55	0,21	0,18	2,57	0,0772	1,1673	2,57	0,142	0,026	3	0,0095	0,0285	36,87	12,06
56	0,27	0,251	2,49	0,1329	0,7631	2,49	0,142	0,025	3	0,0088	0,0265	19,96	11,24
57	0,4	0,38	2,53	0,3024	0,7905	2,53	0,142	0,027	10	0,0097	0,0970	32,07	41,10
58	0,245	0,22	2,51	0,1069	0,9960	2,51	0,142	0,025	3	0,0086	0,0257	24,01	10,87
59	0,272	0,257	2,51	0,1380	0,5976	2,51	0,142	0,025	4	0,0089	0,0356	25,82	15,10
60	0,431	0,368	2,55	0,3216	2,4706	2,55	0,14	0,024	14	0,0086	0,1200	37,30	50,83
61	0,43	0,422	2,53	0,3606	0,3162	2,53	0,14	0,026	15	0,0092	0,1381	38,30	58,53
62	0,322	0,315	2,51	0,2000	0,2789	2,51	0,14	0,027	5	0,0095	0,0474	23,72	20,10
63	0,39	0,37	2,53	0,2871	0,7905	2,53	0,145	0,024	11	0,0088	0,0968	33,73	41,04
64	0,21	0,202	2,49	0,0830	0,3213	2,49	0,14	0,027	3	0,0094	0,0282	34,01	11,96
65	0,4	0,386	2,49	0,3021	0,5622	2,49	0,143	0,026	10	0,0093	0,0926	30,64	39,23
66	0,246	0,196	2,49	0,0967	2,0080	2,49	0,142	0,026	3	0,0092	0,0276	28,51	11,69
67	0,18	0,17	2,55	0,0614	0,3922	2,55	0,138	0,026	1	0,0091	0,0091	14,91	3,88
68	0,305	0,285	2,53	0,1731	0,7905	2,53	0,145	0,027	5	0,0099	0,0495	28,61	20,99
69	0,294	0,26	2,53	0,1530	1,3439	2,53	0,147	0,027	4	0,0100	0,0402	26,25	17,02
70	0,4	0,375	2,49	0,2940	1,0040	2,49	0,142	0,027	10	0,0095	0,0955	32,48	40,45
71	0,248	0,214	2,51	0,1058	1,3546	2,51	0,143	0,026	3	0,0093	0,0280	26,47	11,86
72	0,346	0,32	2,49	0,2172	1,0442	2,49	0,14	0,025	5	0,0087	0,0436	20,06	18,46
73	0,336	0,324	2,5	0,2139	0,4800	2,5	0,143	0,026	5	0,0093	0,0465	21,73	19,69
74	0,24	0,21	2,53	0,1010	1,1858	2,53	0,143	0,026	3	0,0094	0,0282	27,93	11,96
75	0,342	0,326	2,53	0,2218	0,6324	2,53	0,147	0,025	5	0,0093	0,0465	20,96	19,70
76	0,4	0,38	2,51	0,3000	0,7968	2,51	0,147	0,024	10	0,0089	0,0886	29,51	37,52
77	0,21	0,19	2,51	0,0791	0,7968	2,51	0,138	0,025	2	0,0087	0,0173	21,91	7,34
78	0,43	0,4	2,51	0,3400	1,1952	2,51	0,14	0,026	14	0,0091	0,1279	37,62	54,20
79	0,21	0,2	2,53	0,0836	0,3953	2,53	0,147	0,024	2	0,0089	0,0179	21,36	7,56
80	0,304	0,28	2,55	0,1711	0,9412	2,55	0,147	0,024	5	0,0090	0,0450	26,30	19,06
81	0,3	0,275	2,49	0,1620	1,0040	2,49	0,14	0,025	5	0,0087	0,0436	26,91	18,46
82	0,21	0,18	2,55	0,0766	1,1765	2,55	0,142	0,025	2	0,0091	0,0181	23,63	7,67
83	0,4	0,38	2,5	0,2988	0,8000	2,5	0,14	0,025	10	0,0088	0,0875	29,28	37,08
84	0,29	0,26	2,53	0,1507	1,1858	2,53	0,14	0,026	5	0,0092	0,0460	30,55	19,51
85	0,326	0,3	2,53	0,1950	1,0277	2,53	0,14	0,027	5	0,0096	0,0478	24,52	20,26
86	0,34	0,32	2,48	0,2123	0,8065	2,48	0,14	0,026	5	0,0090	0,0451	21,26	19,13
87	0,242	0,22	2,51	0,1054	0,8765	2,51	0,141	0,024	3	0,0085	0,0255	24,17	10,80
88	0,432	0,41	2,48	0,3455	0,8871	2,48	0,147	0,026	15	0,0095	0,1422	41,16	60,25

89	0,242	0,22	2,49	0,1046	0,8835	2,49	0,14	0,025	3	0,0087	0,0261	25,00	11,08
90	0,3	0,282	2,53	0,1684	0,7115	2,53	0,147	0,026	5	0,0097	0,0483	28,71	20,49
91	0,331	0,312	2,49	0,2023	0,7631	2,49	0,138	0,026	6	0,0089	0,0536	26,50	22,71
92	0,246	0,22	2,53	0,1082	1,0277	2,53	0,143	0,026	3	0,0094	0,0282	26,08	11,96
93	0,27	0,25	2,5	0,1329	0,8000	2,5	0,14	0,026	4	0,0091	0,0364	27,38	15,42
94	0,32	0,3	2,49	0,1881	0,8032	2,49	0,142	0,026	5	0,0092	0,0460	24,43	19,48
95	0,21	0,202	2,48	0,0827	0,3226	2,48	0,145	0,024	2	0,0086	0,0173	20,87	7,31
96	0,302	0,273	2,49	0,1621	1,1647	2,49	0,142	0,026	5	0,0092	0,0460	28,36	19,48
97	0,39	0,365	2,49	0,2790	1,0040	2,49	0,142	0,027	9	0,0095	0,0859	30,80	36,41
98	0,245	0,22	2,53	0,1077	0,9881	2,53	0,142	0,027	3	0,0097	0,0291	27,01	12,33
99	0,431	0,422	2,49	0,3558	0,3614	2,49	0,142	0,025	12	0,0088	0,1061	29,81	44,95
100	0,27	0,24	2,53	0,1297	1,1858	2,53	0,143	0,026	4	0,0094	0,0376	29,02	15,94
101	0,4	0,374	2,48	0,2920	1,0484	2,48	0,142	0,026	10	0,0092	0,0916	31,35	38,80
102	0,245	0,237	2,53	0,1154	0,3162	2,53	0,138	0,025	4	0,0087	0,0349	30,24	14,79
103	0,39	0,37	2,51	0,2849	0,7968	2,51	0,142	0,025	9	0,0089	0,0802	28,15	33,98
104	0,33	0,3	2,48	0,1937	1,2097	2,48	0,138	0,027	5	0,0092	0,0462	23,85	19,58
105	0,21	0,19	2,53	0,0797	0,7905	2,53	0,14	0,025	2	0,0089	0,0177	22,23	7,50
106	0,294	0,273	2,53	0,1599	0,8300	2,53	0,147	0,025	5	0,0093	0,0465	29,07	19,70
107	0,326	0,28	2,48	0,1799	1,8548	2,48	0,147	0,025	5	0,0091	0,0456	25,34	19,31
108	0,249	0,22	2,54	0,1101	1,1417	2,54	0,147	0,024	3	0,0090	0,0269	24,41	11,39
109	0,435	0,42	2,51	0,3604	0,5976	2,51	0,138	0,026	14	0,0090	0,1261	34,99	53,42
110	0,342	0,32	2,54	0,2188	0,8661	2,54	0,145	0,027	5	0,0099	0,0497	22,72	21,07
111	0,298	0,257	2,55	0,1551	1,6078	2,55	0,142	0,025	6	0,0091	0,0543	35,03	23,01
112	0,246	0,23	2,53	0,1127	0,6324	2,53	0,143	0,026	4	0,0094	0,0376	33,39	15,94
113	0,24	0,21	2,55	0,1018	1,1765	2,55	0,14	0,025	3	0,0089	0,0268	26,29	11,35
114	0,33	0,283	2,49	0,1848	1,8876	2,49	0,142	0,025	5	0,0088	0,0442	23,92	18,73
115	0,295	0,272	2,49	0,1574	0,9237	2,49	0,142	0,025	5	0,0088	0,0442	28,07	18,73
116	0,33	0,315	2,53	0,2068	0,5929	2,53	0,138	0,027	6	0,0094	0,0566	27,35	23,97
117	0,274	0,256	2,5	0,1380	0,7200	2,5	0,138	0,026	3	0,0090	0,0269	19,49	11,40
118	0,246	0,222	2,49	0,1074	0,9639	2,49	0,143	0,026	2	0,0093	0,0185	17,25	7,85
119	0,21	0,18	2,49	0,0748	1,2048	2,49	0,143	0,025	1	0,0089	0,0089	11,90	3,77
120	0,39	0,365	2,5	0,2801	1,0000	2,5	0,142	0,025	9	0,0089	0,0799	28,51	33,85
121	0,247	0,223	2,57	0,1118	0,9339	2,57	0,14	0,024	4	0,0086	0,0345	30,91	14,64
122	0,346	0,325	2,53	0,2239	0,8300	2,53	0,143	0,026	6	0,0094	0,0564	25,21	23,91
123	0,24	0,22	2,51	0,1045	0,7968	2,51	0,142	0,025	4	0,0089	0,0356	34,11	15,10
124	0,437	0,42	2,53	0,3650	0,6719	2,53	0,142	0,026	14	0,0093	0,1308	35,83	55,41
125	0,21	0,18	2,53	0,0760	1,1858	2,53	0,14	0,026	2	0,0092	0,0184	24,23	7,80
126	0,245	0,22	2,55	0,1086	0,9804	2,55	0,14	0,027	3	0,0096	0,0289	26,63	12,25
127	0,39	0,375	2,55	0,2931	0,5882	2,55	0,143	0,026	8	0,0095	0,0758	25,87	32,14
128	0,29	0,274	2,53	0,1581	0,6324	2,53	0,147	0,026	5	0,0097	0,0483	30,57	20,49
129	0,39	0,376	2,53	0,2916	0,5534	2,53	0,14	0,024	11	0,0085	0,0935	32,07	39,62
130	0,4	0,38	2,54	0,3036	0,7874	2,54	0,142	0,025	10	0,0090	0,0902	29,70	38,21
131	0,272	0,257	2,48	0,1364	0,6048	2,48	0,143	0,026	3	0,0092	0,0277	20,28	11,72

132	0,21	0,191	2,57	0,0813	0,7393	2,57	0,14	0,025	2	0,0090	0,0180	22,12	7,62
133	0,3	0,285	2,5	0,1681	0,6000	2,5	0,147	0,024	5	0,0088	0,0441	26,23	18,69
134	0,4	0,382	2,55	0,3063	0,7059	2,55	0,145	0,027	10	0,0100	0,0998	32,59	42,30
135	0,295	0,275	2,53	0,1616	0,7905	2,53	0,142	0,026	5	0,0093	0,0467	28,90	19,79
136	0,326	0,296	2,53	0,1926	1,1858	2,53	0,147	0,026	6	0,0097	0,0580	30,12	24,58
137	0,245	0,224	2,55	0,1104	0,8235	2,55	0,138	0,025	3	0,0088	0,0264	23,92	11,18
138	0,431	0,395	2,51	0,3369	1,4343	2,51	0,142	0,026	13	0,0093	0,1205	35,76	51,05
139	0,331	0,302	2,5	0,1971	1,1600	2,5	0,143	0,025	6	0,0089	0,0536	27,21	22,72
140	0,21	0,19	2,51	0,0791	0,7968	2,51	0,147	0,027	1	0,0100	0,0100	12,60	4,22
141	0,39	0,372	2,48	0,2829	0,7258	2,48	0,143	0,026	10	0,0092	0,0922	32,59	39,07
142	0,212	0,196	2,49	0,0815	0,6426	2,49	0,14	0,026	1	0,0091	0,0091	11,12	3,84
143	0,296	0,272	2,55	0,1618	0,9412	2,55	0,147	0,025	5	0,0094	0,0469	28,96	19,85
144	0,332	0,315	2,51	0,2064	0,6773	2,51	0,14	0,024	6	0,0084	0,0506	24,51	21,44
145	0,304	0,28	2,53	0,1697	0,9486	2,53	0,147	0,026	5	0,0097	0,0483	28,49	20,49
146	0,302	0,275	2,5	0,1638	1,0800	2,5	0,14	0,026	5	0,0091	0,0455	27,78	19,28
147	0,271	0,254	2,48	0,1344	0,6855	2,48	0,141	0,025	4	0,0087	0,0350	26,03	14,82
148	0,294	0,263	2,48	0,1515	1,2500	2,48	0,142	0,024	5	0,0085	0,0423	27,89	17,91
149	0,431	0,395	2,53	0,3396	1,4229	2,53	0,142	0,024	14	0,0086	0,1207	35,55	51,15
150	0,348	0,315	2,55	0,2206	1,2941	2,55	0,14	0,025	6	0,0089	0,0536	24,27	22,69
151	0,41	0,376	2,51	0,3050	1,3546	2,51	0,14	0,027	10	0,0095	0,0949	31,10	40,20
152	0,264	0,237	2,55	0,1260	1,0588	2,55	0,14	0,026	5	0,0093	0,0464	36,82	19,67
153	0,346	0,328	2,51	0,2240	0,7171	2,51	0,143	0,025	6	0,0090	0,0538	24,03	22,81
154	0,298	0,262	2,51	0,1552	1,4343	2,51	0,142	0,026	5	0,0093	0,0463	29,86	19,63
155	0,302	0,28	2,55	0,1698	0,8627	2,55	0,147	0,025	5	0,0094	0,0469	27,59	19,85
156	0,21	0,18	2,5	0,0751	1,2000	2,5	0,142	0,026	2	0,0092	0,0185	24,58	7,82
157	0,325	0,29	2,55	0,1900	1,3725	2,55	0,14	0,027	5	0,0096	0,0482	25,37	20,42
158	0,271	0,252	2,55	0,1371	0,7451	2,55	0,138	0,025	6	0,0088	0,0528	38,49	22,37
159	0,275	0,243	2,57	0,1359	1,2451	2,57	0,147	0,025	6	0,0094	0,0567	41,69	24,01
160	0,21	0,19	2,49	0,0784	0,8032	2,49	0,14	0,026	1	0,0091	0,0091	11,56	3,84
161	0,346	0,326	2,51	0,2228	0,7968	2,51	0,14	0,024	6	0,0084	0,0506	22,72	21,44
162	0,4	0,368	2,55	0,2958	1,2549	2,55	0,141	0,027	10	0,0097	0,0971	32,82	41,13
163	0,39	0,374	2,53	0,2901	0,6324	2,53	0,143	0,026	10	0,0094	0,0941	32,43	39,86
164	0,43	0,412	2,57	0,3579	0,7004	2,57	0,142	0,026	12	0,0095	0,1139	31,81	48,25
165	0,45	0,4	2,54	0,3616	1,9685	2,54	0,14	0,024	14	0,0085	0,1195	33,04	50,63
166	0,432	0,395	2,48	0,3337	1,4919	2,48	0,143	0,027	13	0,0096	0,1245	37,30	52,75
167	0,3	0,275	2,49	0,1620	1,0040	2,49	0,14	0,026	5	0,0091	0,0453	27,98	19,20
168	0,29	0,272	2,55	0,1583	0,7059	2,55	0,14	0,026	5	0,0093	0,0464	29,32	19,67
169	0,433	0,392	2,54	0,3403	1,6142	2,54	0,142	0,025	14	0,0090	0,1262	37,10	53,49
170	0,293	0,264	2,49	0,1521	1,1647	2,49	0,142	0,025	5	0,0088	0,0442	29,06	18,73
171	0,249	0,221	2,54	0,1106	1,1024	2,54	0,141	0,027	3	0,0097	0,0290	26,24	12,29
172	0,436	0,402	2,57	0,3549	1,3230	2,57	0,147	0,026	15	0,0098	0,1473	41,51	62,43
173	0,333	0,295	2,55	0,1982	1,4902	2,55	0,141	0,025	6	0,0090	0,0539	27,21	22,85
174	0,326	0,3	2,53	0,1950	1,0277	2,53	0,138	0,026	6	0,0091	0,0545	27,93	23,08

175	0,298	0,264	2,57	0,1600	1,3230	2,57	0,141	0,026	5	0,0094	0,0471	29,45	19,96
176	0,21	0,18	2,51	0,0754	1,1952	2,51	0,138	0,025	1	0,0087	0,0087	11,48	3,67
177	0,293	0,274	2,55	0,1611	0,7451	2,55	0,145	0,025	5	0,0092	0,0462	28,68	19,58
178	0,39	0,37	2,49	0,2826	0,8032	2,49	0,147	0,025	10	0,0092	0,0915	32,38	38,77
179	0,43	0,39	2,5	0,3308	1,6000	2,5	0,145	0,026	14	0,0094	0,1320	39,88	55,91
180	0,324	0,3	2,54	0,1945	0,9449	2,54	0,138	0,026	6	0,0091	0,0547	28,12	23,17
181	0,246	0,21	2,5	0,1027	1,4400	2,5	0,14	0,026	3	0,0091	0,0273	26,58	11,57
182	0,39	0,373	2,57	0,2939	0,6615	2,57	0,14	0,026	10	0,0094	0,0935	31,83	39,64
183	0,24	0,226	2,49	0,1063	0,5622	2,49	0,138	0,025	3	0,0086	0,0258	24,25	10,92
184	0,21	0,18	2,54	0,0763	1,1811	2,54	0,147	0,026	2	0,0097	0,0194	25,44	8,23
185	0,39	0,37	2,55	0,2894	0,7843	2,55	0,143	0,025	10	0,0091	0,0912	31,50	38,63
186	0,348	0,32	2,55	0,2238	1,0980	2,55	0,143	0,026	6	0,0095	0,0569	25,42	24,10
187	0,3	0,262	2,57	0,1601	1,4786	2,57	0,14	0,025	5	0,0090	0,0450	28,09	19,06
188	0,4	0,385	2,54	0,3074	0,5906	2,54	0,141	0,027	9	0,0097	0,0870	28,31	36,88
189	0,212	0,185	2,48	0,0771	1,0887	2,48	0,147	0,025	2	0,0091	0,0182	23,64	7,72
190	0,33	0,305	2,5	0,1982	1,0000	2,5	0,147	0,026	6	0,0096	0,0573	28,92	24,29
191	0,39	0,336	2,5	0,2602	2,1600	2,5	0,145	0,025	9	0,0091	0,0816	31,35	34,56
192	0,346	0,325	2,57	0,2274	0,8171	2,57	0,147	0,024	6	0,0091	0,0544	23,92	23,05
193	0,297	0,256	2,49	0,1503	1,6466	2,49	0,145	0,025	5	0,0090	0,0451	30,02	19,12
194	0,212	0,18	2,49	0,0756	1,2851	2,49	0,138	0,025	1	0,0086	0,0086	11,36	3,64
195	0,21	0,202	2,5	0,0834	0,3200	2,5	0,147	0,025	2	0,0092	0,0184	22,04	7,79
196	0,39	0,364	2,53	0,2828	1,0277	2,53	0,147	0,026	9	0,0097	0,0870	30,78	36,88
197	0,4	0,37	2,53	0,2950	1,1858	2,53	0,14	0,027	9	0,0096	0,0861	29,18	36,47
198	0,29	0,27	2,55	0,1572	0,7843	2,55	0,147	0,027	5	0,0101	0,0506	32,19	21,44
199	0,304	0,284	2,49	0,1692	0,8032	2,49	0,138	0,026	5	0,0089	0,0447	26,40	18,93
200	0,21	0,19	2,51	0,0791	0,7968	2,51	0,142	0,026	2	0,0093	0,0185	23,45	7,85
201	0,298	0,258	2,51	0,1531	1,5936	2,51	0,142	0,026	4	0,0093	0,0371	24,20	15,71
202	0,21	0,18	2,55	0,0766	1,1765	2,55	0,142	0,025	1	0,0091	0,0091	11,82	3,84
203	0,24	0,224	2,55	0,1079	0,6275	2,55	0,14	0,026	2	0,0093	0,0186	17,20	7,87
204	0,306	0,28	2,51	0,1696	1,0359	2,51	0,14	0,025	5	0,0088	0,0439	25,90	18,61
205	0,248	0,22	2,49	0,1075	1,1245	2,49	0,142	0,027	2	0,0095	0,0191	17,77	8,09
206	0,214	0,18	2,51	0,0771	1,3546	2,51	0,142	0,026	1	0,0093	0,0093	12,02	3,93
207	0,29	0,27	2,53	0,1560	0,7905	2,53	0,143	0,026	5	0,0094	0,0470	30,15	19,93
208	0,4	0,386	2,53	0,3070	0,5534	2,53	0,147	0,026	10	0,0097	0,0967	31,50	40,97
209	0,39	0,37	2,54	0,2883	0,7874	2,54	0,147	0,027	9	0,0101	0,0907	31,48	38,45
210	0,42	0,404	2,51	0,3348	0,6375	2,51	0,143	0,027	13	0,0097	0,1260	37,64	53,38

## Anexo 06. Datos de trozas, las tablas resultantes y cálculos de indicadores de productividad del aserradero B

N° Troza	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Longitud (m)	Volumen con corteza (m <sup>3</sup> )	$C=(DM-Dm)L$	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	N° Tablas	Volumen individual (m <sup>3</sup> )	Volumen de las tablas (m)	Rendimiento con corteza (%)	Volumen aserrado (pt)
1	0,236	0,217	2,51	0,10	0,76	2,51	0,152	0,027	6	0,0103	0,0618	61,01	26,19

2	0,29	0,273	2,53	0,16	0,67	2,53	0,154	0,027	3	0,0105	0,0316	20,02	13,37
3	0,242	0,211	2,51	0,10	1,24	2,51	0,153	0,027	4	0,0104	0,0415	40,82	17,57
4	0,198	0,179	2,52	0,07	0,75	2,52	0,154	0,027	4	0,0105	0,0419	59,45	17,76
5	0,247	0,215	2,5	0,11	1,28	2,5	0,152	0,027	3	0,0103	0,0308	29,24	13,04
6	0,255	0,238	2,54	0,12	0,67	2,54	0,16	0,027	5	0,0110	0,0549	45,21	23,25
7	0,319	0,288	2,54	0,18	1,22	2,54	0,16	0,027	12	0,0110	0,1212	65,78	51,35
8	0,197	0,176	2,5	0,07	0,84	2,5	0,136	0,027	4	0,0092	0,0367	53,60	15,56
9	0,26	0,234	2,51	0,12	1,04	2,51	0,159	0,027	8	0,0108	0,0858	71,14	36,35
10	0,212	0,186	2,52	0,08	1,03	2,52	0,161	0,027	4	0,0110	0,0438	55,67	18,57
11	0,213	0,205	2,5	0,09	0,32	2,5	0,154	0,027	5	0,0104	0,0520	60,58	22,02
12	0,255	0,249	2,48	0,12	0,24	2,48	0,162	0,027	6	0,0108	0,0651	52,61	27,58
13	0,191	0,17	2,5	0,06	0,84	2,5	0,157	0,027	4	0,0106	0,0424	66,04	17,96
14	0,173	0,168	2,53	0,06	0,20	2,53	0,151	0,027	4	0,0103	0,0413	71,41	17,48
15	0,275	0,258	2,5	0,14	0,68	2,5	0,168	0,027	5	0,0113	0,0567	40,62	24,03
16	0,246	0,232	2,53	0,11	0,55	2,53	0,162	0,027	6	0,0111	0,0664	58,45	28,13
17	0,285	0,276	2,49	0,15	0,36	2,49	0,163	0,027	5	0,0110	0,0548	35,60	23,22
18	0,237	0,221	2,5	0,10	0,64	2,5	0,159	0,027	4	0,0107	0,0429	41,64	18,19
19	0,208	0,197	2,52	0,08	0,44	2,52	0,154	0,027	3	0,0105	0,0314	38,70	13,32
20	0,204	0,186	2,53	0,08	0,71	2,53	0,159	0,027	4	0,0109	0,0434	57,38	18,41
21	0,287	0,262	2,54	0,15	0,98	2,54	0,161	0,027	6	0,0110	0,0662	43,98	28,07
22	0,322	0,304	2,5	0,19	0,72	2,5	0,16	0,027	7	0,0108	0,0756	39,27	32,03
23	0,256	0,23	2,51	0,12	1,04	2,51	0,164	0,027	4	0,0111	0,0445	38,08	18,84
24	0,281	0,274	2,49	0,15	0,28	2,49	0,156	0,027	4	0,0105	0,0420	27,85	17,78
25	0,201	0,19	2,5	0,08	0,44	2,5	0,151	0,027	4	0,0102	0,0408	54,28	17,28
26	0,278	0,26	2,52	0,14	0,71	2,52	0,157	0,027	5	0,0107	0,0534	37,25	22,63
27	0,239	0,228	2,48	0,11	0,44	2,48	0,153	0,027	6	0,0102	0,0615	57,85	26,05
28	0,236	0,215	2,5	0,10	0,84	2,5	0,154	0,027	4	0,0104	0,0416	41,55	17,62
29	0,262	0,254	2,5	0,13	0,32	2,5	0,158	0,027	4	0,0107	0,0427	32,63	18,08
30	0,236	0,22	2,54	0,10	0,63	2,54	0,149	0,027	5	0,0102	0,0511	49,21	21,65
31	0,201	0,185	2,51	0,07	0,64	2,51	0,155	0,027	4	0,0105	0,0420	57,12	17,80
32	0,202	0,189	2,51	0,08	0,52	2,51	0,158	0,027	4	0,0107	0,0428	56,78	18,15
33	0,215	0,199	2,52	0,08	0,63	2,52	0,157	0,027	4	0,0107	0,0427	50,31	18,11
34	0,28	0,264	2,51	0,15	0,64	2,51	0,163	0,027	7	0,0110	0,0773	52,97	32,77
35	0,223	0,208	2,49	0,09	0,60	2,49	0,15	0,027	4	0,0101	0,0403	44,36	17,09
36	0,365	0,287	2,53	0,21	3,08	2,53	0,158	0,027	8	0,0108	0,0861	40,21	36,50
37	0,253	0,248	2,52	0,12	0,20	2,52	0,164	0,027	7	0,0112	0,0781	62,89	33,10
38	0,231	0,225	2,48	0,10	0,24	2,48	0,157	0,027	6	0,0105	0,0631	62,28	26,73
39	0,226	0,204	2,5	0,09	0,88	2,5	0,158	0,027	4	0,0107	0,0427	46,88	18,08
40	0,267	0,254	2,51	0,13	0,52	2,51	0,162	0,027	9	0,0110	0,0984	73,51	41,70
41	0,222	0,209	2,5	0,09	0,52	2,5	0,163	0,027	5	0,0110	0,0550	60,28	23,31
42	0,201	0,185	2,53	0,07	0,63	2,53	0,162	0,027	4	0,0111	0,0443	59,70	18,76
43	0,31	0,292	2,5	0,18	0,72	2,5	0,163	0,027	5	0,0110	0,0550	30,90	23,31
44	0,236	0,219	2,51	0,10	0,68	2,51	0,165	0,027	6	0,0112	0,0671	65,67	28,43

45	0,249	0,23	2,52	0,11	0,75	2,52	0,172	0,027	5	0,0117	0,0585	51,46	24,79
46	0,201	0,187	2,5	0,07	0,56	2,5	0,163	0,027	5	0,0110	0,0550	74,35	23,31
47	0,212	0,188	2,18	0,07	1,10	2,18	0,162	0,027	4	0,0095	0,0381	55,49	16,16
48	0,266	0,232	2,51	0,12	1,35	2,51	0,159	0,027	6	0,0108	0,0647	52,65	27,40
49	0,243	0,21	2,15	0,09	1,53	2,15	0,153	0,027	5	0,0089	0,0444	50,99	18,82
50	0,251	0,235	2,15	0,10	0,74	2,15	0,16	0,027	5	0,0093	0,0464	46,52	19,68
51	0,204	0,182	2,17	0,06	1,01	2,17	0,153	0,027	4	0,0090	0,0359	56,30	15,19
52	0,214	0,199	2,15	0,07	0,70	2,15	0,158	0,027	3	0,0092	0,0275	38,16	11,66
53	0,205	0,183	2,16	0,06	1,02	2,16	0,16	0,027	5	0,0093	0,0467	72,84	19,77
54	0,265	0,242	2,15	0,11	1,07	2,15	0,164	0,027	6	0,0095	0,0571	52,53	24,20
55	0,218	0,19	2,15	0,07	1,30	2,15	0,152	0,027	4	0,0088	0,0353	49,99	14,96
56	0,205	0,186	2,18	0,07	0,87	2,18	0,155	0,027	4	0,0091	0,0365	55,63	15,46
57	0,254	0,235	2,16	0,10	0,88	2,16	0,16	0,027	5	0,0093	0,0467	45,94	19,77
58	0,273	0,248	2,2	0,12	1,14	2,2	0,161	0,027	6	0,0096	0,0574	48,82	24,31
59	0,343	0,32	2,15	0,19	1,07	2,15	0,16	0,027	9	0,0093	0,0833	44,84	35,30
60	0,219	0,197	2,15	0,07	1,02	2,15	0,158	0,027	4	0,0092	0,0367	50,08	15,55
61	0,216	0,204	2,52	0,09	0,48	2,52	0,158	0,027	6	0,0108	0,0645	73,84	27,33
62	0,222	0,201	2,17	0,08	0,97	2,17	0,15	0,027	4	0,0088	0,0352	46,00	14,90
63	0,31	0,278	2,49	0,17	1,29	2,49	0,158	0,027	8	0,0106	0,0847	49,96	35,89
64	0,33	0,284	2,15	0,16	2,14	2,15	0,16	0,027	10	0,0093	0,0929	58,03	39,36
65	0,213	0,198	2,5	0,08	0,60	2,5	0,155	0,027	4	0,0105	0,0419	50,40	17,73
66	0,212	0,182	2,16	0,07	1,39	2,16	0,162	0,027	5	0,0094	0,0472	71,34	20,02
67	0,287	0,261	2,52	0,15	1,03	2,52	0,165	0,027	7	0,0112	0,0786	52,77	33,30
68	0,247	0,238	2,51	0,12	0,36	2,51	0,165	0,027	5	0,0112	0,0559	48,21	23,69
69	0,245	0,222	2,53	0,11	0,91	2,53	0,165	0,027	6	0,0113	0,0676	62,27	28,66
70	0,334	0,3	2,52	0,20	1,35	2,52	0,163	0,027	10	0,0111	0,1095	54,89	46,39
71	0,222	0,205	2,52	0,09	0,67	2,52	0,16	0,027	5	0,0109	0,0544	60,24	23,06
72	0,209	0,183	2,17	0,07	1,20	2,17	0,14	0,027	3	0,0082	0,0246	37,42	10,43
73	0,263	0,245	2,52	0,13	0,71	2,52	0,167	0,027	7	0,0114	0,0795	62,21	33,70
74	0,282	0,251	2,5	0,14	1,24	2,5	0,162	0,027	5	0,0109	0,0547	39,07	23,17
75	0,271	0,264	2,48	0,14	0,28	2,48	0,161	0,027	7	0,0108	0,0755	54,13	31,98
76	0,241	0,183	2,51	0,09	2,31	2,51	0,153	0,027	5	0,0104	0,0518	57,44	21,97
77	0,212	0,203	2,5	0,08	0,36	2,5	0,159	0,027	5	0,0107	0,0537	63,45	22,74
78	0,195	0,172	2,51	0,07	0,92	2,51	0,15	0,027	3	0,0102	0,0305	45,76	12,92
79	0,31	0,272	2,53	0,17	1,50	2,53	0,16	0,027	6	0,0109	0,0656	38,81	27,79
80	0,225	0,203	2,5	0,09	0,88	2,5	0,16	0,027	5	0,0108	0,0540	59,89	22,88
81	0,266	0,233	2,52	0,12	1,31	2,52	0,166	0,027	4	0,0113	0,0452	36,51	19,14
82	0,345	0,313	2,5	0,21	1,28	2,5	0,16	0,027	8	0,0108	0,0857	40,24	36,32
83	0,182	0,16	2,53	0,06	0,87	2,53	0,153	0,027	3	0,0105	0,0314	53,74	13,29
84	0,225	0,2	2,51	0,09	1,00	2,51	0,157	0,027	4	0,0106	0,0426	47,64	18,03
85	0,242	0,197	2,5	0,10	1,80	2,5	0,165	0,027	4	0,0111	0,0446	46,60	18,88
86	0,253	0,247	2,52	0,12	0,24	2,52	0,162	0,027	6	0,0110	0,0661	53,46	28,02
87	0,228	0,205	2,5	0,09	0,92	2,5	0,155	0,027	5	0,0105	0,0523	56,68	22,17

88	0,267	0,243	2,15	0,11	1,12	2,15	0,16	0,027	5	0,0093	0,0464	42,20	19,68
89	0,19	0,172	2,52	0,07	0,71	2,52	0,147	0,027	4	0,0100	0,0400	61,55	16,95
90	0,258	0,223	2,5	0,11	1,40	2,5	0,16	0,027	4	0,0108	0,0432	37,84	18,31
91	0,241	0,229	2,15	0,09	0,56	2,15	0,16	0,027	6	0,0093	0,0557	59,72	23,61
92	0,204	0,186	2,51	0,08	0,72	2,51	0,16	0,027	3	0,0108	0,0325	43,30	13,78
93	0,211	0,185	2,17	0,07	1,20	2,17	0,15	0,027	4	0,0088	0,0352	52,39	14,90
94	0,344	0,323	2,52	0,22	0,83	2,52	0,159	0,027	8	0,0108	0,0859	39,00	36,41
95	0,262	0,214	2,5	0,11	1,92	2,5	0,16	0,027	5	0,0108	0,0540	48,06	22,88
96	0,194	0,177	2,52	0,07	0,67	2,52	0,158	0,027	5	0,0108	0,0538	78,76	22,78
97	0,238	0,215	2,49	0,10	0,92	2,49	0,164	0,027	5	0,0110	0,0551	54,81	23,36
98	0,261	0,246	2,16	0,11	0,69	2,16	0,16	0,027	6	0,0093	0,0560	51,31	23,72
99	0,191	0,176	2,15	0,06	0,70	2,15	0,15	0,027	4	0,0087	0,0348	61,15	14,76
100	0,293	0,273	2,51	0,16	0,80	2,51	0,153	0,027	6	0,0104	0,0625	39,53	26,48
101	0,367	0,263	2,15	0,17	4,84	2,15	0,15	0,027	7	0,0087	0,0610	35,41	25,83
102	0,208	0,18	2,17	0,06	1,29	2,17	0,155	0,027	4	0,0091	0,0363	56,34	15,39
103	0,281	0,262	2,15	0,12	0,88	2,15	0,16	0,027	7	0,0093	0,0650	52,17	27,55
104	0,223	0,215	2,16	0,08	0,37	2,16	0,154	0,027	5	0,0090	0,0449	55,17	19,03
105	0,28	0,248	2,51	0,14	1,27	2,51	0,167	0,027	6	0,0113	0,0679	49,24	28,77
106	0,266	0,224	2,17	0,10	1,94	2,17	0,157	0,027	5	0,0092	0,0460	44,63	19,49
107	0,263	0,241	2,15	0,11	1,02	2,15	0,16	0,027	4	0,0093	0,0372	34,58	15,74
108	0,268	0,214	2,51	0,12	2,15	2,51	0,16	0,027	5	0,0108	0,0542	46,76	22,97
109	0,216	0,194	2,5	0,08	0,88	2,5	0,158	0,027	4	0,0107	0,0427	51,55	18,08
110	0,184	0,178	2,16	0,06	0,28	2,16	0,15	0,027	4	0,0087	0,0350	62,94	14,83
111	0,3	0,266	2,56	0,16	1,33	2,56	0,16	0,027	4	0,0111	0,0442	27,37	18,74
112	0,245	0,227	2,48	0,11	0,73	2,48	0,165	0,027	6	0,0110	0,0663	61,02	28,09
113	0,221	0,197	2,54	0,09	0,94	2,54	0,154	0,027	4	0,0106	0,0422	48,32	17,90
114	0,459	0,39	2,48	0,35	2,78	2,48	0,147	0,027	8	0,0098	0,0787	22,29	33,37
115	0,189	0,157	2,49	0,06	1,29	2,49	0,12	0,027	4	0,0081	0,0323	54,67	13,67
116	0,43	0,405	2,46	0,34	1,02	2,46	0,151	0,027	6	0,0100	0,0602	17,85	25,50
117	0,349	0,314	2,5	0,22	1,40	2,5	0,16	0,027	9	0,0108	0,0972	44,92	41,19
118	0,344	0,332	2,47	0,22	0,49	2,47	0,142	0,027	8	0,0095	0,0758	34,17	32,10
119	0,258	0,223	2,48	0,11	1,41	2,48	0,15	0,027	4	0,0100	0,0402	35,47	17,02
120	0,188	0,175	2,49	0,06	0,52	2,49	0,15	0,027	4	0,0101	0,0403	62,53	17,09
121	0,205	0,17	2,5	0,07	1,40	2,5	0,15	0,027	4	0,0101	0,0405	58,16	17,16
122	0,235	0,214	2,5	0,10	0,84	2,5	0,152	0,027	5	0,0103	0,0513	51,73	21,74
123	0,23	0,191	2,45	0,09	1,59	2,45	0,145	0,027	4	0,0096	0,0384	44,62	16,26
124	0,264	0,235	2,45	0,12	1,18	2,45	0,153	0,027	7	0,0101	0,0708	58,95	30,02
125	0,335	0,318	2,46	0,21	0,69	2,46	0,16	0,027	7	0,0106	0,0744	36,09	31,52
126	0,368	0,313	2,46	0,23	2,24	2,46	0,15	0,027	5	0,0100	0,0498	22,09	21,11
127	0,385	0,353	2,5	0,27	1,28	2,5	0,145	0,027	7	0,0098	0,0685	25,58	29,03
128	0,191	0,169	2,5	0,06	0,88	2,5	0,15	0,027	5	0,0101	0,0506	79,28	21,45
129	0,395	0,362	2,53	0,29	1,30	2,53	0,15	0,027	5	0,0102	0,0512	17,96	21,71
130	0,469	0,43	2,48	0,39	1,57	2,48	0,154	0,027	6	0,0103	0,0619	15,69	26,22

131	0,211	0,196	2,47	0,08	0,61	2,47	0,141	0,027	4	0,0094	0,0376	46,76	15,94
132	0,211	0,189	2,48	0,08	0,89	2,48	0,156	0,027	5	0,0104	0,0522	66,83	22,13
133	0,314	0,283	2,5	0,18	1,24	2,5	0,146	0,027	3	0,0099	0,0296	16,85	12,53
134	0,323	0,29	2,51	0,19	1,31	2,51	0,15	0,027	7	0,0102	0,0712	38,31	30,15
135	0,344	0,327	2,49	0,22	0,68	2,49	0,152	0,027	7	0,0102	0,0715	32,48	30,31
136	0,341	0,312	2,52	0,21	1,15	2,52	0,152	0,027	7	0,0103	0,0724	34,24	30,68
137	0,276	0,267	2,53	0,15	0,36	2,53	0,146	0,027	6	0,0100	0,0598	40,84	25,36
138	0,249	0,215	2,47	0,10	1,38	2,47	0,152	0,027	6	0,0101	0,0608	57,94	25,77
139	0,312	0,272	2,49	0,17	1,61	2,49	0,161	0,027	8	0,0108	0,0866	51,69	36,69
140	0,507	0,475	2,5	0,47	1,28	2,5	0,142	0,027	5	0,0096	0,0479	10,11	20,31
141	0,363	0,318	2,5	0,23	1,80	2,5	0,152	0,027	6	0,0103	0,0616	26,92	26,08
142	0,347	0,319	2,5	0,22	1,12	2,5	0,14	0,027	5	0,0095	0,0473	21,66	20,02
143	0,432	0,405	2,49	0,34	1,08	2,49	0,15	0,027	10	0,0101	0,1008	29,41	42,73
144	0,393	0,378	2,49	0,29	0,60	2,49	0,152	0,027	8	0,0102	0,0818	28,12	34,64
145	0,367	0,354	2,48	0,25	0,52	2,48	0,153	0,027	8	0,0102	0,0820	32,37	34,73
146	0,411	0,352	2,47	0,28	2,39	2,47	0,145	0,027	8	0,0097	0,0774	27,24	32,78
147	0,311	0,28	2,51	0,17	1,24	2,51	0,14	0,027	8	0,0095	0,0759	43,97	32,16
148	0,29	0,253	2,53	0,15	1,46	2,53	0,152	0,027	7	0,0104	0,0727	49,39	30,80
149	0,188	0,174	2,49	0,06	0,56	2,49	0,157	0,027	4	0,0106	0,0422	65,80	17,89
150	0,273	0,259	2,5	0,14	0,56	2,5	0,15	0,027	6	0,0101	0,0608	43,70	25,74
151	0,287	0,242	2,48	0,14	1,81	2,48	0,15	0,027	8	0,0100	0,0804	58,54	34,05
152	0,256	0,221	2,5	0,11	1,40	2,5	0,15	0,027	9	0,0101	0,0911	81,15	38,61
153	0,249	0,213	2,5	0,11	1,44	2,5	0,141	0,027	6	0,0095	0,0571	54,17	24,20
154	0,282	0,265	2,49	0,15	0,68	2,49	0,176	0,027	7	0,0118	0,0828	56,57	35,10
155	0,208	0,155	2,48	0,07	2,14	2,48	0,15	0,027	5	0,0100	0,0502	76,63	21,28
156	0,443	0,388	2,52	0,34	2,18	2,52	0,14	0,027	7	0,0095	0,0667	19,43	28,25
157	0,322	0,31	2,54	0,20	0,47	2,54	0,142	0,027	5	0,0097	0,0487	24,43	20,63
158	0,318	0,27	2,52	0,17	1,90	2,52	0,157	0,027	7	0,0107	0,0748	43,42	31,68
159	0,194	0,143	2,48	0,06	2,06	2,48	0,147	0,027	7	0,0098	0,0689	121,80	29,20
160	0,462	0,357	2,49	0,33	4,22	2,49	0,152	0,027	8	0,0102	0,0818	24,53	34,64
161	0,308	0,273	2,47	0,16	1,42	2,47	0,155	0,027	7	0,0103	0,0724	44,04	30,66
162	0,341	0,304	2,52	0,21	1,47	2,52	0,15	0,027	4	0,0102	0,0408	19,77	17,30
163	0,416	0,372	2,5	0,31	1,76	2,5	0,15	0,027	7	0,0101	0,0709	23,18	30,03
164	0,342	0,289	2,53	0,20	2,09	2,53	0,152	0,027	7	0,0104	0,0727	36,49	30,80
165	0,261	0,246	2,52	0,13	0,60	2,52	0,15	0,027	8	0,0102	0,0816	64,14	34,60
166	0,268	0,265	2,5	0,14	0,12	2,5	0,15	0,027	8	0,0101	0,0810	58,08	34,32
167	0,255	0,228	2,5	0,11	1,08	2,5	0,13	0,027	8	0,0088	0,0702	61,11	29,75
168	0,318	0,28	2,53	0,18	1,50	2,53	0,151	0,027	5	0,0103	0,0516	28,92	21,85
169	0,295	0,285	2,51	0,17	0,40	2,51	0,146	0,027	6	0,0099	0,0594	35,80	25,16
170	0,291	0,26	2,5	0,15	1,24	2,5	0,158	0,027	7	0,0107	0,0747	49,94	31,63
171	0,224	0,199	2,5	0,09	1,00	2,5	0,15	0,027	4	0,0101	0,0405	45,95	17,16
172	0,262	0,186	2,46	0,10	3,09	2,46	0,139	0,027	4	0,0092	0,0369	37,03	15,65
173	0,248	0,223	2,5	0,11	1,00	2,5	0,143	0,027	7	0,0097	0,0676	61,87	28,63

174	0,31	0,274	2,54	0,17	1,42	2,54	0,145	0,027	7	0,0099	0,0696	40,77	29,50
175	0,259	0,253	2,53	0,13	0,24	2,53	0,147	0,027	7	0,0100	0,0703	53,97	29,78
176	0,415	0,273	2,48	0,24	5,73	2,48	0,145	0,027	7	0,0097	0,0680	28,28	28,80
177	0,285	0,274	2,52	0,15	0,44	2,52	0,14	0,027	8	0,0095	0,0762	49,27	32,29
178	0,256	0,224	2,49	0,11	1,29	2,49	0,147	0,027	7	0,0099	0,0692	61,14	29,31
179	0,223	0,197	2,52	0,09	1,03	2,52	0,157	0,027	5	0,0107	0,0534	60,96	22,63
180	0,202	0,17	2,5	0,07	1,28	2,5	0,137	0,027	6	0,0092	0,0555	81,08	23,51
181	0,274	0,245	2,52	0,13	1,15	2,52	0,135	0,027	5	0,0092	0,0459	34,35	19,46
182	0,274	0,245	2,52	0,13	1,15	2,52	0,152	0,027	4	0,0103	0,0414	30,94	17,53
183	0,211	0,193	2,51	0,08	0,72	2,51	0,145	0,027	4	0,0098	0,0393	48,77	16,66
184	0,254	0,222	2,52	0,11	1,27	2,52	0,144	0,027	6	0,0098	0,0588	52,20	24,91
185	0,266	0,239	2,48	0,12	1,09	2,48	0,157	0,027	7	0,0105	0,0736	59,09	31,18
186	0,251	0,228	2,5	0,11	0,92	2,5	0,158	0,027	8	0,0107	0,0853	75,58	36,15
187	0,391	0,345	2,51	0,27	1,83	2,51	0,155	0,027	6	0,0105	0,0630	23,52	26,71
188	0,497	0,455	2,52	0,45	1,67	2,52	0,155	0,027	8	0,0105	0,0844	18,78	35,75
189	0,222	0,216	2,54	0,10	0,24	2,54	0,155	0,027	5	0,0106	0,0531	55,54	22,52
190	0,258	0,226	2,54	0,12	1,26	2,54	0,144	0,027	5	0,0099	0,0494	42,08	20,92
191	0,152	0,148	2,52	0,04	0,16	2,52	0,148	0,027	4	0,0101	0,0403	90,43	17,07
192	0,31	0,267	2,53	0,17	1,70	2,53	0,15	0,027	5	0,0102	0,0512	30,81	21,71
193	0,275	0,243	2,51	0,13	1,27	2,51	0,149	0,027	7	0,0101	0,0707	53,25	29,95
194	0,202	0,169	2,51	0,07	1,31	2,51	0,15	0,027	7	0,0102	0,0712	104,08	30,15
195	0,202	0,179	2,51	0,07	0,92	2,51	0,13	0,027	4	0,0088	0,0352	49,08	14,93
196	0,459	0,36	2,48	0,33	3,99	2,48	0,147	0,027	11	0,0098	0,1078	32,52	45,66
197	0,189	0,157	2,49	0,06	1,29	2,49	0,12	0,027	4	0,0081	0,0323	54,67	13,67
198	0,43	0,355	2,46	0,30	3,05	2,46	0,151	0,027	12	0,0100	0,1158	38,56	49,08
199	0,349	0,314	2,5	0,22	1,40	2,5	0,16	0,027	16	0,0108	0,1726	79,77	73,14
200	0,344	0,332	2,47	0,22	0,49	2,47	0,142	0,027	15	0,0095	0,1445	65,20	61,25
201	0,258	0,223	2,48	0,11	1,41	2,48	0,15	0,027	4	0,0100	0,0402	35,47	17,02
202	0,188	0,175	2,49	0,06	0,52	2,49	0,15	0,027	4	0,0101	0,0403	62,53	17,09
203	0,205	0,17	2,5	0,07	1,40	2,5	0,15	0,027	4	0,0101	0,0405	58,16	17,16
204	0,235	0,214	2,5	0,10	0,84	2,5	0,152	0,027	5	0,0103	0,0513	51,73	21,74
205	0,24	0,191	2,45	0,09	2,00	2,45	0,145	0,027	4	0,0096	0,0384	42,39	16,26

**Anexo 07. Datos de tiempos y movimientos del proceso de aserrío registrados con sierra circular del aserradero A (min)**

Descarga de trozas en aserradero	Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	Tiempo de carga	Tiempo de avance	Tiempo de retroceso	Tiempo de volteos de las trozas	Tiempo de traslado y apilado de bloque o tablas	Tiempo Justificado	Tiempo no justificado
0,18	0,05	0,07	1,31	0,57	0,17	0,03	0,17	0,07
0,58	0,05	0,06	0,57	0,44	0,23	0,03	0,10	0,11

0,23	0,12	0,21	1,49	0,60	0,68	0,03	0,26	0,02
0,18	0,06	0,12	1,92	0,41	0,50	0,03	0,32	0,03
0,35	0,05	0,04	0,92	0,15	0,23	0,04	0,38	0,03
0,31	0,06	0,07	0,88	0,16	0,35	0,03	0,21	0,06
0,15	0,06	0,07	0,84	0,15	0,26	0,03	0,27	0,05
0,16	0,06	0,07	0,81	0,12	0,37	0,03	0,03	0,02
0,36	0,06	0,05	0,78	0,12	0,27	0,04	0,43	0,07
0,36	0,06	0,06	0,57	0,05	0,06	0,04	0,22	0,06
0,15	0,06	0,06	0,70	0,21	0,14	0,04	0,10	0,04
0,18	0,05	0,06	1,43	0,30	0,14	0,04	0,03	0,05
0,58	0,06	0,06	1,47	0,54	0,15	0,03	0,18	0,03
0,51	0,06	0,05	1,71	0,38	0,14	0,03	0,02	0,02
0,51	0,05	0,07	0,81	0,12	0,26	0,04	0,31	0,07
0,51	0,06	0,07	0,84	0,15	0,27	0,04	0,27	0,04
0,58	0,09	0,07	1,49	0,61	0,56	0,04	0,10	0,05
0,30	0,07	0,05	1,71	0,38	0,14	0,04	0,25	0,04
0,35	0,05	0,06	0,70	0,05	0,06	0,03	0,12	0,03
0,71	0,05	0,07	0,84	0,15	0,26	0,04	0,27	0,04
0,35	0,06	0,07	0,91	0,16	0,35	0,04	0,24	0,07
0,28	0,06	0,07	1,71	0,41	0,18	0,05	0,43	0,09
0,35	0,05	0,07	0,81	0,14	0,37	0,04	0,12	0,06
0,17	0,05	0,06	0,70	0,05	0,06	0,04	0,27	0,07
0,17	0,05	0,07	0,84	0,12	0,27	0,04	0,27	0,04
0,35	0,05	0,07	0,84	0,15	0,27	0,04	0,26	0,04
0,14	0,05	0,06	1,32	0,57	0,17	0,04	0,24	0,02
0,35	0,05	0,06	0,70	0,05	0,06	0,04	0,93	0,04
0,34	0,05	0,06	0,71	0,24	0,14	0,04	0,52	0,06
0,43	0,06	0,09	1,90	0,43	0,50	0,04	0,14	0,03
0,18	0,07	0,10	1,76	0,41	0,68	0,04	0,17	0,03
0,28	0,05	0,07	0,81	0,14	0,28	0,04	0,26	0,07
0,34	0,05	0,07	0,81	0,14	0,40	0,04	0,26	0,05
0,29	0,07	0,07	1,51	0,60	0,68	0,04	0,12	0,03
0,14	0,06	0,10	1,83	0,43	0,68	0,04	0,07	0,04
0,68	0,06	0,10	1,90	0,43	0,68	0,05	0,07	0,06
0,18	0,05	0,07	0,84	0,14	0,28	0,04	0,20	0,06
0,30	0,05	0,06	1,28	0,54	0,15	0,04	0,09	0,04
0,43	0,05	0,06	1,32	0,58	0,15	0,04	0,27	0,07
0,14	0,05	0,06	1,34	0,58	0,17	0,04	0,15	0,03
0,17	0,07	0,09	1,73	0,41	0,68	0,04	0,18	0,02
0,43	0,05	0,06	0,57	0,44	0,14	0,04	0,12	0,07
0,18	0,06	0,09	1,93	0,43	0,55	0,05	0,27	0,04
0,35	0,06	0,05	0,78	0,18	0,30	0,04	0,05	0,09
0,14	0,06	0,05	0,75	0,16	0,35	0,04	0,27	0,05

0,14	0,06	0,09	1,97	0,47	0,55	0,04	0,35	0,05
0,67	0,05	0,06	0,71	0,06	0,06	0,04	0,22	0,12
0,58	0,05	0,06	0,88	0,15	0,23	0,04	0,27	0,07
0,35	0,06	0,06	0,91	0,16	0,37	0,04	0,25	0,07
0,31	0,05	0,07	0,84	0,14	0,28	0,04	0,27	0,02
0,14	0,05	0,07	0,84	0,14	0,28	0,03	0,15	0,03
0,35	0,05	0,06	0,88	0,16	0,23	0,03	0,16	0,07
0,14	0,05	0,06	1,34	0,58	0,17	0,04	0,27	0,05
0,29	0,06	0,05	0,78	0,12	0,30	0,04	0,15	0,04
0,30	0,05	0,06	0,71	0,44	0,14	0,04	0,25	0,06
0,30	0,05	0,06	0,91	0,15	0,23	0,04	0,27	0,05
0,14	0,06	0,09	1,94	0,47	0,55	0,04	0,10	0,02
0,35	0,05	0,07	0,84	0,14	0,28	0,04	0,27	0,04
0,58	0,05	0,06	0,88	0,16	0,24	0,05	0,21	0,03
0,34	0,08	0,09	1,76	0,41	0,68	0,03	0,18	0,04
0,57	0,08	0,09	1,71	0,44	0,68	0,03	0,25	0,06
0,16	0,05	0,06	1,33	0,31	0,16	0,03	0,16	0,06
0,67	0,06	0,07	1,51	0,61	0,68	0,04	0,18	0,07
0,23	0,05	0,06	0,59	0,44	0,23	0,04	0,32	0,05
0,55	0,06	0,09	1,92	0,45	0,55	0,03	0,12	0,03
0,28	0,05	0,07	0,84	0,15	0,28	0,03	0,27	0,07
0,06	0,05	0,06	0,69	0,06	0,06	0,04	0,52	0,07
0,30	0,06	0,05	0,78	0,18	0,30	0,04	0,07	0,07
0,37	0,06	0,06	0,75	0,16	0,37	0,04	0,17	0,02
0,55	0,06	0,09	1,92	0,48	0,55	0,05	0,10	0,04
0,28	0,05	0,07	0,84	0,15	0,28	0,04	0,27	0,02
0,18	0,05	0,06	1,47	0,58	0,18	0,04	0,43	0,09
0,17	0,05	0,06	1,42	0,56	0,17	0,04	0,24	0,04
0,28	0,05	0,07	0,84	0,15	0,28	0,04	0,22	0,04
0,17	0,05	0,07	1,48	0,58	0,17	0,04	0,20	0,12
0,55	0,06	0,09	1,91	0,45	0,55	0,04	0,27	0,07
0,14	0,05	0,06	0,59	0,44	0,14	0,03	0,32	0,07
0,51	0,08	0,09	1,74	0,45	0,68	0,03	0,38	0,07
0,23	0,05	0,06	0,59	0,44	0,23	0,04	0,09	0,06
0,30	0,06	0,05	0,76	0,18	0,30	0,03	0,22	0,03
0,28	0,06	0,05	0,80	0,14	0,28	0,04	0,12	0,04
0,14	0,05	0,06	0,59	0,44	0,14	0,04	0,03	0,04
0,58	0,06	0,09	1,91	0,45	0,58	0,03	0,93	0,07
0,35	0,06	0,06	0,75	0,19	0,35	0,03	0,29	0,04
0,16	0,06	0,06	1,33	0,52	0,16	0,03	0,12	0,07
0,18	0,05	0,06	1,47	0,58	0,18	0,03	0,07	0,02
0,28	0,05	0,07	0,88	0,15	0,28	0,03	0,55	0,09
0,54	0,08	0,09	1,76	0,50	0,71	0,04	0,02	0,06

0,29	0,05	0,07	0,88	0,15	0,29	0,03	0,05	0,04
0,27	0,06	0,05	0,81	0,15	0,28	0,03	0,27	0,06
0,17	0,06	0,06	1,30	0,56	0,17	0,03	0,27	0,03
0,28	0,05	0,07	0,88	0,15	0,28	0,03	0,27	0,12
0,23	0,05	0,06	0,93	0,16	0,23	0,03	0,15	0,02
0,16	0,06	0,06	1,32	0,52	0,16	0,04	0,12	0,04
0,14	0,05	0,06	0,59	0,44	0,14	0,04	0,27	0,05
0,27	0,06	0,05	0,78	0,14	0,28	0,03	0,14	0,02
0,51	0,06	0,08	1,49	0,60	0,68	0,03	0,10	0,03
0,28	0,05	0,07	0,84	0,15	0,28	0,03	0,27	0,04
0,51	0,08	0,09	1,76	0,50	0,71	0,03	0,17	0,06
0,23	0,05	0,06	0,93	0,16	0,23	0,04	0,35	0,05
0,51	0,06	0,09	1,88	0,45	0,58	0,04	0,03	0,07
0,29	0,05	0,07	0,88	0,15	0,29	0,03	0,44	0,07
0,51	0,06	0,08	1,54	0,61	0,68	0,04	0,27	0,05
0,17	0,06	0,07	1,28	0,58	0,17	0,04	0,43	0,04
0,23	0,05	0,06	0,59	0,44	0,23	0,04	0,22	0,04
0,35	0,06	0,07	0,75	0,16	0,35	0,04	0,07	0,06
0,16	0,06	0,06	1,33	0,52	0,16	0,03	0,17	0,02
0,29	0,05	0,07	0,88	0,15	0,29	0,03	0,29	0,06
0,71	0,08	0,09	1,78	0,50	0,71	0,03	0,03	0,04
0,18	0,05	0,06	1,47	0,58	0,18	0,03	0,27	0,07
0,37	0,06	0,07	0,78	0,14	0,38	0,04	0,15	0,07
0,28	0,05	0,07	0,88	0,15	0,28	0,04	0,12	0,05
0,29	0,05	0,07	0,94	0,15	0,29	0,03	0,55	0,07
0,17	0,06	0,07	1,34	0,58	0,17	0,07	0,43	0,04
0,37	0,06	0,06	0,79	0,16	0,37	0,03	0,32	0,12
0,17	0,06	0,07	1,30	0,58	0,17	0,07	0,27	0,05
0,23	0,05	0,06	0,95	0,16	0,23	0,04	0,35	0,02
0,29	0,05	0,07	0,91	0,15	0,29	0,04	0,25	0,07
0,22	0,05	0,06	0,61	0,44	0,23	0,03	0,09	0,06
0,51	0,11	0,08	1,54	0,61	0,68	0,03	0,18	0,02
0,29	0,05	0,07	0,88	0,15	0,29	0,03	0,15	0,03
0,18	0,05	0,06	1,49	0,58	0,18	0,03	0,27	0,03
0,29	0,05	0,07	0,98	0,15	0,29	0,03	0,21	0,04
0,71	0,08	0,09	1,80	0,51	0,71	0,03	0,44	0,03
0,14	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,04	0,27	0,04
0,28	0,05	0,07	0,91	0,15	0,28	0,03	0,03	0,05
0,51	0,06	0,08	1,55	0,61	0,68	0,04	0,52	0,07
0,35	0,06	0,06	0,78	0,16	0,35	0,03	0,02	0,04
0,68	0,09	0,08	1,57	0,61	0,68	0,04	0,27	0,06
0,58	0,06	0,09	1,91	0,48	0,58	0,04	0,10	0,04
0,35	0,05	0,06	0,95	0,16	0,35	0,03	0,27	0,12

0,14	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,03	0,32	0,04
0,30	0,06	0,06	0,81	0,15	0,30	0,04	0,43	0,04
0,51	0,06	0,09	1,89	0,45	0,58	0,04	0,93	0,06
0,35	0,06	0,06	0,79	0,61	0,35	0,04	0,25	0,07
0,16	0,05	0,06	1,34	0,59	0,16	0,04	0,22	0,03
0,29	0,05	0,07	0,91	0,15	0,29	0,03	0,10	0,05
0,51	0,08	0,09	1,78	0,51	0,71	0,03	0,20	0,07
0,17	0,05	0,06	1,34	0,56	0,17	0,04	0,12	0,09
0,14	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,07	0,12	0,03
0,68	0,09	0,08	1,55	0,61	0,68	0,04	0,12	0,02
0,14	0,05	0,07	0,65	0,44	0,14	0,04	0,14	0,02
0,35	0,06	0,06	0,78	0,16	0,35	0,07	0,38	0,06
0,17	0,06	0,06	1,35	0,54	0,17	0,07	0,24	0,06
0,30	0,06	0,06	0,83	0,18	0,30	0,04	0,16	0,04
0,30	0,06	0,06	0,81	0,14	0,31	0,05	0,27	0,07
0,35	0,05	0,06	0,95	0,16	0,35	0,04	0,05	0,07
0,35	0,06	0,06	0,79	0,15	0,35	0,04	0,27	0,03
0,51	0,08	0,09	1,81	0,51	0,71	0,03	0,27	0,02
0,17	0,06	0,06	1,49	0,38	0,18	0,03	0,18	0,04
0,23	0,06	0,09	1,94	0,50	0,58	0,04	0,07	0,04
0,51	0,05	0,06	0,94	0,16	0,23	0,04	0,10	0,07
0,50	0,06	0,06	1,51	0,58	0,18	0,04	0,27	0,06
0,36	0,06	0,06	0,79	0,61	0,35	0,03	0,17	0,04
0,15	0,06	0,06	0,81	0,15	0,31	0,03	0,27	0,05
0,18	0,05	0,06	0,65	0,44	0,15	0,06	0,27	0,05
0,58	0,05	0,06	1,35	0,59	0,16	0,04	0,27	0,04
0,51	0,05	0,06	0,95	0,16	0,36	0,05	0,02	0,05
0,51	0,05	0,06	0,98	0,16	0,36	0,03	0,20	0,04
0,51	0,05	0,06	0,65	0,44	0,15	0,07	0,12	0,06
0,58	0,06	0,06	1,51	0,57	0,18	0,04	0,93	0,03
0,30	0,06	0,09	1,91	0,41	0,58	0,04	0,12	0,02
0,35	0,06	0,08	1,55	0,61	0,68	0,07	0,18	0,05
0,71	0,08	0,09	1,78	0,51	0,71	0,04	0,14	0,04
0,35	0,08	0,09	1,94	0,55	0,76	0,03	0,22	0,05
0,28	0,07	0,09	1,78	0,53	0,72	0,04	0,44	0,02
0,35	0,06	0,05	0,81	0,15	0,30	0,03	0,17	0,05
0,06	0,06	0,06	0,79	0,16	0,35	0,04	0,12	0,07
0,26	0,07	0,09	1,81	0,50	0,71	0,04	0,16	0,04
0,35	0,06	0,06	0,78	0,18	0,35	0,04	0,03	0,03
0,18	0,05	0,07	0,91	0,15	0,28	0,04	0,10	0,02
0,37	0,07	0,09	1,83	0,50	0,72	0,04	0,27	0,09
0,06	0,06	0,06	1,37	0,55	0,17	0,04	0,07	0,03
0,26	0,05	0,06	1,38	0,52	0,17	0,04	0,27	0,12

0,27	0,05	0,06	0,79	0,62	0,36	0,04	0,32	0,06
0,17	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,07	0,35	0,09
0,06	0,06	0,06	0,79	0,61	0,35	0,04	0,25	0,07
0,14	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,04	0,27	0,05
0,50	0,07	0,09	1,78	0,51	0,72	0,04	0,27	0,04
0,59	0,05	0,06	1,34	0,59	0,18	0,03	0,17	0,06
0,28	0,05	0,07	0,98	0,15	0,28	0,04	0,22	0,07
0,40	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,04	0,10	0,04
0,43	0,05	0,07	0,91	0,15	0,29	0,03	0,27	0,04
0,43	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,03	0,29	0,06
0,43	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,03	0,25	0,03
0,28	0,06	0,06	1,51	0,57	0,18	0,03	0,43	0,04
0,15	0,06	0,05	0,81	0,15	0,30	0,05	0,18	0,05
0,15	0,06	0,09	1,91	0,41	0,58	0,06	0,27	0,07
0,17	0,05	0,06	0,67	0,44	0,14	0,04	0,12	0,07
0,51	0,06	0,06	1,37	0,55	0,17	0,04	0,15	0,06
0,14	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,03	0,09	0,05
0,55	0,06	0,06	1,51	0,57	0,18	0,03	0,24	0,07
0,30	0,05	0,06	0,78	0,16	0,35	0,04	0,27	0,02
0,35	0,05	0,06	0,65	0,45	0,15	0,03	0,05	0,04
0,55	0,05	0,06	0,64	0,44	0,14	0,03	0,03	0,02
0,06	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,06	0,38	0,03
0,23	0,06	0,07	1,91	0,41	0,58	0,03	0,27	0,03
0,37	0,05	0,06	0,81	0,61	0,35	0,06	0,07	0,09
0,28	0,06	0,06	0,81	0,15	0,31	0,05	0,27	0,04
0,23	0,05	0,06	0,65	0,44	0,14	0,04	0,15	0,02
0,35	0,05	0,06	0,78	0,61	0,35	0,03	0,21	0,03
0,26	0,05	0,06	0,64	0,45	0,14	0,03	0,10	0,07
0,37	0,05	0,06	0,91	0,15	0,29	0,03	0,32	0,04
0,27	0,06	0,06	0,83	0,15	0,31	0,03	0,55	0,05
0,06	0,05	0,07	0,91	0,15	0,30	0,03	0,27	0,02
0,14	0,05	0,06	0,65	0,46	0,14	0,05	0,17	0,06
0,14	0,05	0,06	0,78	0,61	0,35	0,06	0,22	0,07
0,15	0,06	0,07	1,91	0,41	0,58	0,04	0,10	0,04
0,14	0,06	0,07	1,55	0,61	0,68	0,04	0,27	0,04
0,26	0,08	0,08	1,94	0,50	0,69	0,03	0,29	0,06

**Anexo 08.** Datos de tiempos y movimientos del proceso de aserrío registrados con sierra circular del aserradero B (min).

Descarga de trozas en aserradero	Tiempo de traslado de troza a la sierra circular	Tiempo de carga	Tiempo de avance	Tiempo de retroceso	Tiempo de volteos de las trozas	Tiempo de traslado y apilado de bloque o tablas	Tiempo Justificado	Tiempo no justificado
0,17	0,04	0,06	0,43	0,31	0,23	0,05	0,32	0,12

0,23	0,04	0,06	0,32	0,23	0,24	0,07	0,25	0,17
0,18	0,04	0,06	0,37	0,32	0,23	0,05	0,44	0,07
0,50	0,04	0,05	0,54	0,21	0,17	0,05	0,47	0,08
0,34	0,04	0,06	0,32	0,23	0,24	0,05	0,53	0,08
0,35	0,04	0,05	0,35	0,36	0,28	0,04	0,36	0,11
0,43	0,08	0,20	0,79	0,80	0,37	0,06	0,47	0,10
0,27	0,04	0,05	0,33	0,38	0,12	0,05	0,18	0,07
0,27	0,07	0,11	0,70	0,61	0,31	0,05	0,58	0,12
0,15	0,04	0,06	0,39	0,15	0,27	0,04	0,37	0,11
0,14	0,06	0,07	0,34	0,21	0,21	0,05	0,25	0,09
0,14	0,06	0,07	0,44	0,56	0,26	0,05	0,18	0,10
0,15	0,08	0,38	0,92	0,64	0,44	0,05	0,33	0,08
0,14	0,05	0,06	0,36	0,30	0,29	0,05	0,17	0,07
0,26	0,04	0,06	0,52	0,35	0,30	0,05	0,70	0,12
0,27	0,04	0,06	0,40	0,34	0,33	0,05	0,42	0,09
0,43	0,06	0,14	0,51	0,48	0,49	0,05	0,25	0,10
0,19	0,04	0,06	0,42	0,34	0,28	0,05	0,40	0,09
0,18	0,04	0,05	0,66	0,32	0,31	0,04	0,27	0,08
0,26	0,06	0,14	0,47	0,36	0,32	0,04	0,42	0,09
0,35	0,05	0,08	0,61	0,35	0,25	0,05	0,39	0,12
0,34	0,06	0,08	0,45	0,63	0,34	0,05	0,58	0,14
0,37	0,06	0,07	0,43	0,31	0,32	0,05	0,27	0,11
0,15	0,17	0,25	1,36	0,91	0,74	0,04	0,42	0,12
0,18	0,06	0,07	0,43	0,31	0,32	0,05	0,42	0,09
0,27	0,05	0,12	0,51	0,36	0,24	0,05	0,59	0,09
0,17	0,06	0,07	0,46	0,27	0,32	0,05	0,42	0,07
0,15	0,05	0,05	0,43	0,27	0,27	0,05	1,08	0,09
0,14	0,05	0,06	0,44	0,28	0,25	0,05	0,67	0,11
0,30	0,05	0,19	0,43	0,31	0,38	0,05	0,29	0,08
0,30	0,05	0,08	0,41	0,36	0,34	0,05	0,32	0,08
0,28	0,06	0,06	0,79	0,28	0,23	0,05	0,42	0,12
0,40	0,06	0,06	0,35	0,31	0,30	0,05	0,42	0,10
0,43	0,07	0,11	0,48	0,46	0,18	0,05	0,27	0,08
0,43	0,06	0,07	0,39	0,24	0,32	0,05	0,22	0,09
0,43	0,13	0,42	0,90	0,72	0,35	0,06	0,22	0,11
0,28	0,10	0,12	0,42	0,54	0,34	0,05	0,35	0,11
0,17	0,07	0,11	0,40	0,29	0,19	0,05	0,24	0,09
0,17	0,13	0,12	0,39	0,26	0,25	0,05	0,42	0,12
0,17	0,16	0,38	0,77	0,59	0,39	0,05	0,30	0,08
0,29	0,07	0,08	0,33	0,46	0,37	0,05	0,33	0,07
0,20	0,06	0,06	0,56	0,33	0,23	0,05	0,27	0,12
0,38	0,05	0,17	0,64	0,49	0,30	0,07	0,42	0,09
0,30	0,31	0,05	0,40	0,41	0,28	0,05	0,20	0,14

0,35	0,05	0,12	0,61	0,31	0,24	0,05	0,42	0,10
0,35	0,06	0,07	0,40	0,26	0,22	0,05	0,50	0,10
0,18	0,06	0,10	0,43	0,28	0,28	0,04	0,37	0,17
0,26	0,06	0,07	0,45	0,29	0,21	0,05	0,42	0,12
0,37	0,07	0,06	0,54	0,29	0,32	0,05	0,40	0,12
0,28	0,12	0,19	0,85	0,68	0,55	0,05	0,42	0,07
0,28	0,06	0,07	0,46	0,27	0,37	0,05	0,30	0,08
0,31	0,05	0,08	0,30	0,76	0,22	0,05	0,31	0,12
0,25	0,06	0,08	0,42	0,35	0,26	0,05	0,42	0,10
0,30	0,05	0,05	0,48	0,78	0,37	0,05	0,30	0,09
0,14	0,06	0,08	0,25	0,35	0,36	0,05	0,40	0,11
0,23	0,06	0,08	0,42	0,27	0,30	0,05	0,42	0,10
0,55	0,05	0,07	0,32	0,53	0,29	0,05	0,25	0,07
0,28	0,05	0,09	0,40	0,35	0,38	0,05	0,42	0,09
0,24	0,25	0,17	0,73	0,77	0,48	0,07	0,36	0,08
0,43	0,06	0,08	0,30	0,39	0,38	0,05	0,33	0,09
0,43	0,06	0,07	0,36	0,40	0,17	0,05	0,40	0,11
0,16	0,05	0,06	1,42	0,39	0,24	0,05	0,31	0,11
0,43	0,05	0,08	0,69	0,32	0,34	0,06	0,33	0,12
0,26	0,16	0,24	1,05	0,63	0,51	0,06	0,47	0,10
0,55	0,06	0,08	0,30	0,39	0,38	0,05	0,27	0,08
0,28	0,24	0,09	0,42	0,37	0,32	0,05	0,42	0,12
0,21	0,05	0,05	0,37	0,54	0,27	0,05	0,67	0,12
0,30	0,10	0,34	0,65	0,70	0,35	0,05	0,22	0,12
0,37	0,10	0,14	0,58	0,24	0,32	0,05	0,32	0,07
0,35	0,23	0,15	0,91	0,66	0,54	0,04	0,25	0,09
0,28	0,05	0,07	0,32	0,53	0,29	0,05	0,42	0,07
0,18	0,05	0,08	0,30	0,76	0,22	0,05	0,58	0,14
0,17	0,09	0,12	0,44	0,33	0,36	0,05	0,39	0,09
0,28	0,27	0,62	0,93	1,04	0,74	0,05	0,37	0,09
0,17	0,08	0,40	0,68	0,36	0,39	0,05	0,35	0,17
0,35	0,08	0,06	0,60	0,31	0,29	0,06	0,42	0,12
0,30	0,13	0,18	0,69	0,29	0,28	0,05	0,47	0,12
0,34	0,06	0,10	0,43	0,26	0,27	0,05	0,53	0,12
0,23	0,07	0,09	0,44	0,22	0,39	0,06	0,24	0,11
0,25	0,06	0,18	0,37	0,29	0,20	0,05	0,37	0,08
0,28	0,07	0,47	0,48	0,36	0,31	0,05	0,27	0,09
0,17	0,18	0,37	1,47	1,33	0,81	0,06	0,18	0,09
0,35	0,05	0,07	0,38	0,50	0,27	0,05	1,08	0,12
0,33	0,08	0,10	0,36	0,54	0,25	0,05	0,44	0,09
0,16	0,06	0,07	0,49	0,29	0,28	0,05	0,27	0,12
0,18	0,06	0,37	0,43	0,68	0,36	0,05	0,22	0,07
0,28	0,06	0,06	0,28	0,27	0,18	0,05	0,70	0,14

0,43	0,07	0,06	0,47	0,27	0,22	0,05	0,17	0,11
0,29	0,07	0,08	0,39	0,29	0,29	0,05	0,20	0,09
0,31	0,06	0,07	0,49	0,29	0,28	0,05	0,42	0,11
0,30	0,05	0,05	0,57	0,32	0,30	0,05	0,42	0,08
0,28	0,08	0,07	0,45	0,38	0,26	0,05	0,42	0,17
0,26	0,05	0,08	0,39	0,41	0,28	0,05	0,30	0,07
0,33	0,15	0,23	0,74	0,80	0,65	0,06	0,27	0,09
0,31	0,06	0,07	0,45	0,30	12,70	0,05	0,42	0,10
0,28	0,06	0,07	0,36	0,28	0,34	0,05	0,29	0,07
0,34	0,09	0,21	0,45	0,30	0,27	0,05	0,25	0,08
0,28	0,12	0,32	0,44	0,39	0,29	0,05	0,42	0,09
0,34	0,05	0,07	0,37	0,22	0,39	0,05	0,32	0,11
0,23	0,05	0,08	0,39	0,41	0,28	0,05	0,50	0,10
0,35	0,16	0,14	0,79	0,61	0,38	0,06	0,18	0,12
0,29	0,05	0,05	0,34	0,31	0,30	0,05	0,59	0,14
0,35	0,12	0,12	0,90	0,54	0,27	0,05	0,42	0,10
0,17	0,06	0,07	0,41	0,37	0,33	0,05	0,58	0,09
0,23	0,05	0,07	0,44	0,37	0,37	0,05	0,37	0,09
0,35	0,05	0,07	0,42	0,36	0,35	0,05	0,22	0,11
0,16	0,05	0,05	0,47	0,34	0,31	0,05	0,32	0,07
0,29	0,12	0,22	0,46	0,30	0,29	0,05	0,44	0,11
0,26	0,05	0,05	0,39	0,48	0,33	0,05	0,18	0,09
0,18	0,06	0,12	0,37	0,51	0,36	0,05	0,42	0,12
0,38	0,10	0,18	0,43	0,30	0,42	0,05	0,30	0,12
0,28	0,06	0,15	0,70	0,39	0,26	0,05	0,27	0,10
0,29	0,06	0,07	0,52	0,73	0,45	0,05	0,70	0,12
0,17	0,18	0,14	0,85	0,24	0,49	0,06	0,58	0,09
0,37	0,16	0,27	0,51	0,12	0,17	0,05	0,47	0,17
0,17	0,12	0,14	0,90	0,24	0,27	0,06	0,42	0,10
0,23	0,09	0,06	0,75	0,29	0,38	0,06	0,50	0,07
0,29	0,06	0,10	0,84	0,27	0,11	0,06	0,40	0,12
0,23	0,02	0,04	0,36	0,14	0,07	0,05	0,24	0,11
0,18	0,02	0,04	0,29	0,12	0,07	0,05	0,33	0,07
0,29	0,02	0,04	0,29	0,15	0,09	0,05	0,30	0,08
0,18	0,02	0,04	0,32	0,17	0,04	0,05	0,42	0,08
0,29	0,02	0,04	0,30	0,16	0,09	0,05	0,36	0,09
0,38	0,04	0,07	0,43	0,15	0,10	0,05	0,59	0,08
0,14	0,04	0,11	0,39	0,15	0,04	0,06	0,42	0,09
0,28	0,09	0,13	0,72	0,25	0,26	0,06	0,18	0,10
0,34	0,10	0,13	0,73	0,28	0,20	0,06	0,67	0,12
0,35	0,04	0,08	0,32	0,14	0,12	0,04	0,17	0,09
0,34	0,10	0,14	0,71	0,26	0,27	0,06	0,42	0,11
0,58	0,05	0,33	0,80	0,29	0,42	0,06	0,25	0,09

0,35	0,04	0,05	0,33	0,12	0,10	0,05	0,42	0,17
0,14	0,05	0,05	0,30	0,12	0,12	0,05	0,47	0,09
0,30	0,07	0,09	0,64	0,27	0,17	0,05	0,58	0,09
0,35	0,08	0,12	0,70	0,25	0,21	0,05	1,08	0,11
0,35	0,06	0,07	0,95	0,14	0,25	0,04	0,40	0,12
0,16	0,13	0,09	0,63	0,29	0,19	0,04	0,37	0,08
0,29	0,07	0,05	0,25	0,06	0,13	0,05	0,25	0,10
0,34	0,05	0,05	0,39	0,12	0,07	0,04	0,35	0,12
0,17	0,09	0,04	0,45	0,12	0,13	0,05	0,27	0,14
0,14	0,58	0,21	1,56	0,38	1,15	0,06	0,27	0,08
0,38	0,17	0,16	0,74	0,27	0,33	0,05	0,27	0,07
0,14	0,05	0,07	0,21	0,09	0,14	0,04	0,29	0,07
0,35	0,07	0,06	0,26	0,14	0,11	0,07	0,53	0,11
0,17	0,11	0,47	0,53	0,26	0,19	0,04	0,39	0,11
0,30	0,10	0,12	0,97	0,05	0,84	0,04	0,31	0,09
0,30	0,11	0,27	0,71	0,12	0,25	0,05	0,42	0,12
0,35	0,10	0,05	0,42	0,14	0,10	0,05	0,20	0,12
0,35	0,05	0,05	0,26	0,14	0,10	0,04	0,42	0,08
0,41	0,05	0,04	0,31	0,13	0,11	0,05	0,42	0,07
0,18	0,09	0,07	0,28	0,13	0,11	0,04	0,33	0,09
0,27	0,05	0,06	0,23	0,15	0,12	0,04	0,22	0,09
0,31	0,09	0,05	0,30	0,12	0,05	0,04	0,25	0,12
0,18	0,07	0,05	0,40	0,14	0,24	0,05	0,42	0,11
0,35	0,05	0,07	0,70	0,14	0,16	0,04	0,32	0,09
0,31	0,08	0,06	0,24	0,15	0,05	0,04	0,42	0,10
0,35	0,05	0,06	0,10	0,13	0,05	0,07	0,42	0,10
0,31	0,05	0,07	0,41	0,10	0,16	0,05	0,42	0,09
0,36	0,05	0,05	0,38	0,13	0,16	0,05	0,17	0,10
0,36	0,06	0,05	0,36	0,13	0,10	0,03	0,35	0,09
0,32	0,05	0,05	0,49	0,13	0,16	0,05	0,27	0,11
0,18	0,10	0,11	0,53	0,27	0,17	0,05	1,08	0,08
0,43	0,11	0,12	0,68	0,25	0,25	0,05	0,27	0,07
0,34	0,11	0,16	0,88	0,19	0,39	0,06	0,33	0,12
0,34	0,10	0,12	0,51	0,19	0,17	0,03	0,29	0,09
0,51	0,12	0,05	0,29	0,09	0,10	0,03	0,37	0,12
0,52	0,07	0,05	0,27	0,12	0,12	0,04	0,59	0,07
0,30	0,13	0,05	0,28	0,09	0,10	0,04	0,32	0,12
0,35	0,11	0,05	0,47	0,10	0,17	0,04	0,27	0,12
0,38	0,07	0,05	0,37	0,09	0,17	0,05	0,31	0,09
0,34	0,07	0,05	0,40	0,10	0,10	0,04	0,18	0,08
0,28	0,07	0,05	0,25	0,13	0,11	0,04	0,25	0,07
0,35	0,06	0,09	0,31	0,09	0,12	0,04	0,42	0,14
0,17	0,05	0,07	0,28	0,13	0,11	0,04	0,22	0,08

0,17	0,05	0,06	0,28	0,11	0,11	0,05	0,42	0,17
0,35	0,15	0,05	0,34	0,13	0,16	0,04	0,47	0,11
0,14	0,36	0,05	1,20	0,16	0,50	0,05	0,50	0,14

**Anexo 09.** Datos de tiempos y movimientos del proceso de aserrío registrados con sierra de cinta del aserradero B (min).

Tiempo de carga a sierra de cinta	Tiempo de avance en la sierra de cinta	Tiempo de retroceso en la sierra de cinta	Tiempo de volteos para colocar bloques en la parte superior de la sierra de cinta	Tiempo de traslado y apilado de tablas que ingresaron a la sierra de cinta	Tiempo justificado en la sierra de cinta	Tiempo no justificado en la sierra de cinta
0,04	0,63	0,57	0,29	0,03	0,038	0,032

0,03	0,43	0,43	0,24	0,03	0,038	0,025
0,04	0,63	0,57	0,29	0,03	0,038	0,032
0,04	0,66	0,39	0,17	0,03	0,038	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,033
0,05	0,63	0,59	0,29	0,04	0,037	0,033
0,04	0,46	0,41	0,26	0,04	0,039	0,033
0,04	0,66	0,39	0,17	0,03	0,039	0,036
0,04	0,64	0,40	0,24	0,04	0,038	0,033
0,05	0,63	0,41	0,18	0,04	0,037	0,033
0,04	0,65	0,56	0,22	0,04	0,038	0,033
0,04	0,66	0,39	0,17	0,04	0,038	0,033
0,04	0,61	0,54	0,24	0,03	0,038	0,032
0,04	0,47	0,47	0,19	0,03	0,038	0,031
0,04	0,65	0,58	0,20	0,04	0,039	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,031
0,06	0,67	0,58	0,30	0,04	0,039	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,037	0,033
0,04	0,62	0,54	0,26	0,04	0,037	0,033
0,05	0,57	0,51	0,29	0,04	0,039	0,033
0,05	0,61	0,65	0,28	0,04	0,039	0,032
0,05	0,64	0,63	0,30	0,05	0,038	0,033
0,04	0,63	0,58	0,26	0,04	0,039	0,033
0,06	0,65	0,61	0,26	0,04	0,038	0,032
0,05	0,57	0,47	0,21	0,04	0,038	0,033
0,05	0,61	0,61	0,31	0,05	0,038	0,033
0,06	0,62	0,55	0,35	0,04	0,038	0,033
0,06	0,61	0,61	0,25	0,04	0,038	0,033
0,04	0,63	0,58	0,27	0,04	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,27	0,04	0,037	0,033
0,04	0,54	0,56	0,31	0,04	0,038	0,032
0,06	0,59	0,51	0,29	0,04	0,038	0,033
0,06	0,64	0,65	0,26	0,05	0,039	0,033
0,05	0,65	0,56	0,22	0,04	0,039	0,032
0,09	1,31	1,15	0,41	0,05	0,038	0,033
0,04	0,66	0,39	0,17	0,04	0,039	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,040	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,036
0,05	0,59	0,47	0,31	0,05	0,038	0,034
0,05	0,47	0,58	0,27	0,05	0,037	0,033
0,04	0,61	0,64	0,31	0,04	0,038	0,033
0,08	0,93	0,99	0,41	0,05	0,038	0,033
0,04	0,65	0,61	0,29	0,04	0,038	0,033

0,04	0,66	0,39	0,17	0,04	0,039	0,033
0,04	0,63	0,57	0,27	0,04	0,038	0,033
0,06	0,59	0,57	0,26	0,04	0,040	0,034
0,05	0,64	0,54	0,31	0,04	0,039	0,033
0,04	0,59	0,57	0,26	0,04	0,037	0,032
0,06	0,63	0,64	0,28	0,04	0,039	0,033
0,04	0,61	0,60	0,23	0,03	0,041	0,032
0,06	0,64	0,37	0,32	0,03	0,039	0,033
0,06	0,59	0,64	0,32	0,04	0,038	0,032
0,06	0,59	0,61	0,24	0,04	0,042	0,036
0,06	0,61	0,47	0,29	0,04	0,039	0,033
0,04	0,66	0,65	0,22	0,04	0,038	0,033
0,05	0,64	0,51	0,29	0,04	0,037	0,033
0,04	0,65	0,58	0,20	0,04	0,038	0,034
0,05	0,66	0,66	0,30	0,05	0,039	0,033
0,06	0,64	0,57	0,26	0,03	0,039	0,032
0,06	0,57	0,48	0,29	0,03	0,038	0,033
0,06	0,64	0,54	0,29	0,03	0,039	0,033
0,06	0,64	0,64	0,33	0,05	0,038	0,033
0,06	0,66	0,61	0,23	0,05	0,039	0,033
0,06	0,64	0,64	0,31	0,03	0,038	0,033
0,06	0,61	0,67	0,34	0,03	0,038	0,033
0,06	0,66	0,71	0,37	0,05	0,040	0,033
0,05	0,61	0,64	0,28	0,05	0,038	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,05	0,039	0,032
0,05	0,66	0,68	0,37	0,05	0,042	0,034
0,06	0,64	0,54	0,26	0,04	0,040	0,033
0,06	0,59	0,64	0,32	0,05	0,038	0,032
0,05	0,44	0,61	0,18	0,04	0,038	0,032
0,06	0,50	0,66	0,24	0,04	0,040	0,032
0,06	0,54	0,62	0,21	0,04	0,038	0,032
0,05	0,59	0,57	0,29	0,04	0,037	0,033
0,06	0,57	0,66	0,37	0,04	0,038	0,032
0,05	0,59	0,37	0,24	0,03	0,039	0,033
0,06	0,66	0,61	0,23	0,04	0,039	0,032
0,04	0,64	0,63	0,18	0,04	0,038	0,032
0,05	0,44	0,61	0,18	0,04	0,038	0,033
0,12	1,28	1,28	0,61	0,04	0,039	0,033
0,06	0,64	0,64	0,31	0,03	0,038	0,033
0,06	0,57	0,66	0,37	0,03	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,03	0,038	0,033
0,05	0,64	0,51	0,29	0,04	0,039	0,033
0,05	0,61	0,58	0,28	0,04	0,039	0,032

0,05	0,57	0,66	0,31	0,04	0,038	0,033
0,06	0,51	0,57	0,24	0,03	0,037	0,033
0,05	0,64	0,51	0,29	0,04	0,038	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,033
0,06	0,59	0,59	0,27	0,03	0,038	0,034
0,05	0,51	0,51	0,34	0,03	0,039	0,033
0,12	1,28	1,28	0,61	0,04	0,039	0,032
0,04	0,66	0,39	0,17	0,04	0,038	0,034
0,06	0,61	0,56	0,21	0,03	0,039	0,036
0,06	0,54	0,59	0,44	0,04	0,038	0,032
0,02	0,43	0,43	0,24	0,04	0,039	0,033
0,06	0,59	0,51	0,31	0,03	0,038	0,032
0,06	0,47	0,66	0,24	0,04	0,038	0,032
0,12	1,28	1,28	0,61	0,05	0,038	0,033
0,06	0,51	0,54	0,17	0,03	0,038	0,033
0,04	0,46	0,39	0,19	0,04	0,038	0,032
0,05	0,46	0,44	0,27	0,04	0,038	0,032
0,06	0,58	0,56	0,26	0,05	0,039	0,033
0,03	0,43	0,43	0,24	0,04	0,038	0,033
0,04	0,37	0,43	0,21	0,04	0,038	0,033
0,05	0,57	0,66	0,31	0,04	0,038	0,033
0,06	0,57	0,54	0,41	0,03	0,038	0,032
0,04	0,63	0,60	0,27	0,03	0,039	0,032
0,11	0,94	1,11	0,51	0,04	0,038	0,033
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,034
0,05	0,56	0,54	0,21	0,03	0,038	0,032
0,12	1,32	1,35	0,65	0,07	0,039	0,032
0,04	0,58	0,59	0,24	0,03	0,038	0,033
0,12	1,48	1,51	0,68	0,07	0,037	0,033
0,12	1,18	1,18	0,55	0,04	0,038	0,032
0,12	1,28	1,28	0,61	0,04	0,038	0,034
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,039	0,032
0,04	0,63	0,60	0,27	0,03	0,038	0,034
0,06	0,51	0,57	0,27	0,03	0,038	0,032
0,05	0,56	0,54	0,21	0,03	0,042	0,032
0,06	0,54	0,59	0,44	0,03	0,038	0,032
0,04	0,64	0,65	0,34	0,04	0,038	0,032
0,12	1,28	1,26	0,61	0,04	0,037	0,034
0,12	1,31	1,31	0,65	0,04	0,040	0,032
0,13	1,31	1,31	0,68	0,04	0,038	0,033
0,04	0,60	0,54	0,21	0,03	0,038	0,032
0,13	1,35	1,35	0,65	0,04	0,038	0,032
0,14	1,41	1,38	0,68	0,04	0,039	0,034

0,05	0,56	0,54	0,21	0,03	0,038	0,033
0,05	0,56	0,56	0,22	0,03	0,038	0,032
0,12	1,27	1,26	0,58	0,04	0,039	0,032
0,13	1,23	1,23	0,60	0,04	0,038	0,031
0,13	1,31	1,31	0,66	0,04	0,039	0,032
0,12	1,28	1,21	0,58	0,04	0,039	0,032
0,05	0,57	0,64	0,31	0,04	0,038	0,031
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,031
0,12	1,22	1,25	0,58	0,04	0,038	0,033
0,15	1,51	1,43	0,76	0,07	0,038	0,032
0,12	1,28	1,21	0,65	0,04	0,039	0,035
0,12	1,29	1,24	0,61	0,04	0,039	0,032
0,14	1,41	1,38	0,68	0,07	0,038	0,032
0,12	1,27	1,17	0,71	0,07	0,039	0,032
0,12	1,28	1,20	0,66	0,04	0,038	0,032
0,12	1,48	1,51	0,68	0,05	0,037	0,032
0,10	1,21	1,18	0,55	0,04	0,039	0,033
0,04	0,64	0,65	0,34	0,04	0,038	0,032
0,04	0,51	0,54	0,17	0,03	0,039	0,032
0,05	0,54	0,61	0,28	0,04	0,039	0,032
0,04	0,46	0,39	0,19	0,04	0,038	0,032
0,04	0,66	0,39	0,17	0,04	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,033
0,04	0,46	0,41	0,24	0,04	0,039	0,033
0,04	0,66	0,65	0,21	0,03	0,039	0,032
0,14	1,41	1,38	0,67	0,06	0,039	0,033
0,10	1,19	1,21	0,56	0,04	0,037	0,033
0,11	1,21	1,25	0,58	0,05	0,037	0,032
0,04	0,55	0,50	0,24	0,03	0,038	0,033
0,14	1,38	1,38	0,68	0,07	0,039	0,033
0,10	1,21	1,18	0,58	0,04	0,038	0,032
0,04	0,65	0,58	0,20	0,04	0,039	0,033
0,12	1,48	1,51	0,68	0,07	0,037	0,032
0,04	0,65	0,58	0,18	0,04	0,038	0,032
0,04	0,66	0,37	0,21	0,04	0,038	0,032
0,04	0,64	0,34	0,24	0,04	0,038	0,032
0,04	0,61	0,60	0,23	0,03	0,038	0,032
0,05	0,66	0,61	0,23	0,04	0,039	0,032
0,10	1,21	1,18	0,54	0,04	0,037	0,032
0,10	1,18	1,20	0,51	0,04	0,039	0,032
0,05	0,46	0,44	0,27	0,04	0,037	0,034
0,04	0,64	0,34	0,24	0,04	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,035

0,10	1,17	1,21	0,57	0,04	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,04	0,038	0,032
0,12	1,47	1,50	0,65	0,07	0,039	0,034
0,04	0,61	0,27	0,21	0,04	0,037	0,032
0,04	0,64	0,35	0,25	0,04	0,038	0,032
0,04	0,64	0,63	0,18	0,04	0,039	0,032
0,06	0,51	0,57	0,27	0,03	0,038	0,032
0,10	1,18	1,15	0,55	0,04	0,037	0,032
0,10	1,21	1,18	0,58	0,04	0,038	0,033
0,05	0,56	0,56	0,22	0,03	0,038	0,032
0,04	0,63	0,57	0,29	0,03	0,037	0,032
0,10	1,14	1,11	0,51	0,03	0,038	0,033
0,04	0,61	0,60	0,23	0,03	0,038	0,032
0,12	1,27	1,17	0,71	0,05	0,037	0,033
0,15	1,38	1,38	0,68	0,06	0,039	0,036
0,05	0,46	0,44	0,27	0,04	0,039	0,032
0,04	0,61	0,60	0,23	0,04	0,038	0,032
0,04	0,51	0,54	0,17	0,03	0,038	0,032
0,10	1,17	1,21	0,57	0,04	0,038	0,035
0,10	1,17	1,08	0,51	0,04	0,039	0,032
0,06	0,51	0,57	0,27	0,03	0,039	0,034
0,05	0,51	0,57	0,28	0,03	0,038	0,032
0,12	1,47	1,50	0,65	0,06	0,039	0,035
0,04	0,51	0,54	0,17	0,03	0,039	0,032
0,12	1,41	1,45	0,68	0,06	0,037	0,032
0,04	0,65	0,58	0,18	0,05	0,039	0,032
0,04	0,67	0,58	0,21	0,05	0,039	0,034
0,04	0,58	0,54	0,27	0,03	0,038	0,032
0,04	0,61	0,57	0,27	0,03	0,038	0,032
0,04	0,51	0,51	0,24	0,03	0,039	0,033
0,04	0,58	0,60	0,23	0,03	0,038	0,034
0,04	0,64	0,57	0,29	0,03	0,039	0,033

**Anexo 10.** Elementos utilizados para establecer los costos de producción del aserradero A.

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
<b>Materia Prima</b>				<b>6390,00</b>
Madera en rollo	m3	426,00	15,00	6390,00
Combustibles y energía eléctrica				118

Diésel	Galon	52	1,5	78
Energía eléctrica	KW/h	200	0,2	40
<b>Herramientas y materiales</b>				<b>546,00</b>
Anaquele para herramientas	Unidad	1	150	150
Afilador	Unidad	2	40	80
Combo	Unidad	25	1	25
Martillo	Unidad	2	10	20
Llaves de tuerca	Unidad	6	20	120
Baldes	Unidad	5	15	75
Palas	Unidad	2	8	16
Hacha	Unidad	4	10	40
Flexometro	Unidad	2	5	10
Franela	Unidad	2	5	10
<b>Mantenimiento de máquinas y equipos</b>				<b>640,00</b>
(Limpieza, engrasado)	Unidad	<b>1</b>	<b>250</b>	250
Banda	Unidad	2	120	240
Afilado de sierra	Unidad	<b>1</b>	150	150
<b>Mano de obra</b>				<b>1920</b>
Operador de sierra circular	Personas	1	480	480
Auxiliares de sierra circular	Personas	2	480	960
Supervisor	Personas	1	480	480
<b>Máquinas y equipos</b>				<b>9140</b>
Motor y estructura de sierra circular	Unidad	1	8000	8000
Esmeril	Unidad	1	140	140
Motosierra	Unidad	1	1000	1000
<b>Arriendo</b>				<b>208</b>
Arrendamiento de terreno	m2	630	0,33	208

**Anexo 11.** Resumen del cálculo individual de los rubros utilizados en la determinación de los costos de producción en USD por pie tablar del aserradero A.

<b>Materia prima</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Costo por m3 de madera en rollo	15,00

Coefficiente de Aprovechamiento Nominal (%)	27
Pt obtenido por m3 de trocería procesada (pt)	117
Subtotal	0,13
<hr/>	
Combustibles y energía eléctrica	<b>Costo (USD/pt)</b>
Diésel	78,00
Energía eléctrica	40,00
Costo mensual de combustibles y energía eléctrica	118,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,002
<hr/>	
<b>Concepto</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Pago mensual de arriendo	207,90
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,004
<hr/>	
Mano de obra	<b>Costo (USD/pt)</b>
Operador de sierra circular	480
Auxiliares de sierra circular	960
Supervisor	480
Costo mensual mano de obra	1920
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,04
<hr/>	
Herramientas y materiales	<b>Costo (USD/pt)</b>
Anaquele para herramientas	546,00
Afilador	150,00
Combo	80,00
Martillo	25,00
Llaves de tuerca	20,00
Baldes	120,00
Palas	75,00
Hacha	16,00
Flexometro	40,00
Franela	10,00

Costo mensual de herramientas y materiales	1082,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,02

	<b>Costo (USD/pt)</b>
Mantenimiento de máquinas y equipos	
(Limpieza, engrasado)	250,00
Banda	240,00
Afilado de sierra	150,00
Costo mensual de mantenimiento de máquinas y equipos	640,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,01

<b>Depreciación de máquinas y equipos</b>	<b>Costo de compra</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Depreciación estimada por/Ley (%)</b>	
			<b>Año</b>	<b>Mes</b>
Estructuras área de producción	<b>2000,00</b>	<b>10</b>	200	16,67
Motor y estructura de sierra circular	8000	10	800	66,67
Esmeril	140	10	14	1,17
Motosierra	1000	2	500	41,67
Depreciación total por mes				126,17
Volumen de madera producida por mes (pt)				50000
Subtotal				0,0025

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Sueldos y salarios	Personas	247	247
Servicios básicos	Unidad	180	180
Materiales de oficina	Unidad	22	22
Permisos funcionamiento	Unidad	63	63
Depreciación	Unidad	177	177
Impuestos por venta de productos	Unidad	2348	2348

<b>Administración</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Sueldos y salarios	246,53
Servicios básicos	180,00
Materiales de oficina	21,83
Permisos funcionamiento	62,50

Depreciación	177,28
Impuestos por venta de productos	2711,40
Costo mensual administración	3399,54
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,07

<b>Construcción, equipo de cómputo, muebles y enseres</b>	<b>Costo de compra (USD)</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Depreciación estimada por/Ley (%)</b>	
			<b>Año</b>	<b>Mes</b>
Construcción de madera área de administración	1500	10	150,00	12,50
Equipo de computo	1600	3	533,33	44,44
Muebles y enseres	800	10	80,00	6,67
Depreciación total por mes				63,61
Volumen de madera producida por mes (pt)				50000
Subtotal				0,0013

<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Unidad	1	150,00	150,00

Costo por concepto de ventas	<b>Costo</b>
Promoción y Publicidad	150,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,0030

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Interés	Unidad	1	360,72	360,72

Costo pt por concepto financiero	<b>Costo (USD/pt)</b>
Interés	360,72
Pago mensual interés de préstamo	360,72
Volumen de madera producido por mes (pt)	50000
Subtotal	0,01

**Anexo 12.** Elementos utilizados para establecer los costos de producción del aserradero B.

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
<b>Materia Prima</b>				<b>4575,00</b>
Madera en rollo	m3	305,00	15,00	4575,00
Combustibles, energía eléctrica y sierra de cinta				794
Gasolina	Galón	52	2	104
Energía eléctrica	KW/h	1000	0,2	200
Hojas de sierra de cinta	Unidad	7	70	490
<b>Herramientas y materiales</b>				<b>546,00</b>
Anaquele para herramientas	Unidad	1	150	150
Afilador	Unidad	2	40	80
Combo	Unidad	25	1	25
Martillo	Unidad	2	10	20
Llaves de tuerca	Unidad	6	20	120
Baldes	Unidad	5	15	75
Palas	Unidad	2	8	16
Hacha	Unidad	4	10	40
Flexometro	Unidad	2	5	10
Franela	Unidad	2	5	10
<b>Mantenimiento de máquinas y equipos</b>				<b>1000,00</b>
(Limpieza, engrasado)	Unidad	<b>1</b>	<b>250</b>	250
Banda	Unidad	2	120	240
Afilado de sierra	Unidad	1	150	150
Afilado de hoja de sierra de cinta	Unidad	24	15	360
<b>Mano de obra</b>				<b>2880</b>
Operador de sierra circular	Personas	1	480	480
Auxiliares de sierra circular	Personas	3	480	1440
Supervisor	Personas	1	480	480
<b>Máquinas y equipos</b>				<b>24640</b>
Motor y estructura de sierra circular	Unidad	1	6000	6000
Motor y estructura de sierra de cinta	Unidad	1	17500	17500
Esmeril	Unidad	1	140	140
Motosierra	Unidad	1	1000	1000
<b>Arriendo</b>				<b>660</b>

Arrendamiento de terreno	m2	2000	0,33	660
--------------------------	----	------	------	-----

**Anexo 13.** Resumen del cálculo individual de los rubros utilizados en la determinación de los costos de producción en USD por pie tablar del aserradero B.

Materia prima	Costo (USD/pt)
Costo por m3 de madera en rollo	15,00
Coefficiente de Aprovechamiento Nominal (%)	48,84
Pt obtenido por m3 de trocería procesada (pt)	207
Subtotal	0,07

Combustibles, energía eléctrica y hojas de sierras de cinta	Costo (USD/pt)
Gasolina	104,00
Energía eléctrica	200,00
Hojas de sierras de cinta	490,00
Costo mensual de combustibles, energía eléctrica y hojas de sierra de cinta	794,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,015

Arriendo	Costo (USD/pt)
Pago mensual de arriendo	660,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,004

Mano de obra	Costo (USD/pt)
Operador de Sierra circular	480
Auxiliares de sierra circular	1920
Supervisor	480
Costo mensual mano de obra	2880
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,054

Herramientas y materiales	Costo (USD/pt)
Anaqueles para herramientas	546,00
Afilador	150,00
Combo	80,00
Martillo	25,00
Llaves de tuerca	20,00
Baldes	120,00
Palas	75,00
Hacha	16,00
Flexometro	40,00
Franela	10,00
Costo mensual de herramientas y materiales	1082,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,02

Mantenimiento de máquinas y equipos	Costo (USD/pt)
(Limpieza, engrasado)	250,00
Banda	240,00
Afilado de sierra circular	150,00
Afilado hoja de sierra de cinta	240,00
Costo mensual de mantenimiento de máquinas y equipos	880,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	52093
Subtotal	0,02

#### Depreciación

Máquinas, equipos	Costo de compra (USD)	Vida útil (años)	Depreciación estimada por/Ley (%)	
			Año	Mes
Estructuras área de producción	<b>3000,00</b>	<b>10</b>	300	25,00
Motor y estructura de sierra circular	6000	10	600	50,00
Motor y estructura de sierra de cinta	17500	10	1750	145,83
Esmeril	140	10	14	1,17
Motosierra	1000	2	500	41,67
Depreciación total por mes				263,67
Volumen de madera producida por mes (pt)				53000

Subtotal	0,0050
----------	--------

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Sueldos y salarios	Personas	246,53	246,53
Servicios básicos	Unidad	180,00	180,00
Materiales de oficina	Unidad	21,83	21,83
Permisos funcionamiento	Unidad	62,50	62,50
Depreciación	Unidad	63,61	63,61
Impuestos por venta de productos	Unidad	3172,47	3172,47

<b>Costo pt por concepto de administración</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Sueldos y salarios	246,53
Servicios básicos	180,00
Materiales de oficina	21,83
Permisos funcionamiento	62,50
Depreciación	63,61
Impuestos por venta de productos	2598,00
Costo mensual por administración	3172,47
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,060

<b>Construcción, equipo de cómputo, muebles y enseres</b>	<b>Costo de compra (USD)</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Depreciación estimada por/Ley (%)</b>	
			<b>Año</b>	<b>Mes</b>
Construcción de madera área de administración	<b>1500</b>	<b>10</b>	150,00	12,50
Equipo de computo	1600	3	533,33	44,44
Muebles y enseres	800	10	80,00	6,67
Depreciación total por mes				63,61
Volumen de madera producida por mes (pt)				53000
Subtotal				0,0012

<b>Costo pt por concepto de administración</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Costo fijo	0,055
	0,001

Subtotal 0,056

<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Unidad	1	500,00	500,00

<b>Costo pt por concepto de ventas</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Promoción y Publicidad	500,00
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,01

<b>Denominación</b>	<b>Unidad medida</b>	<b>cantidad</b>	<b>Valor (USD)</b>	<b>Total mensual (USD)</b>
Interés	Unidad	1	713,16	713,16

<b>Costo pt por concepto financiero</b>	<b>Costo (USD/pt)</b>
Interés	713,16
Pago mensual interés de préstamo	713,16
Volumen de madera producido por mes (pt)	53000
Subtotal	0,01

Anexo 14. Respuesta a trámite sobre listado de aserraderos ante la oficina técnica del Ministerio del Ambiente Chimborazo.

MINISTERIO DEL AMBIENTE  

Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-1425-O  
Riobamba, 02 de agosto de 2018

**Asunto:** Información aserraderos

Señor  
Miguel Angel Gualpa Calva  
**Particular**  
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al oficio s/n ingresado con fecha 30 de julio de 2018, en el cual en su parte pertinente manifiesta: "Con un atento y cordial saludo, me permito solicitar información referente a la ubicación de los aserraderos existentes en el cantón Riobamba a fin de realizar una verificación del nivel de tecnología que existe en cada uno de ellos"

Me permito entregarle en formato digital la información solicitada. La misma que deba ser utilizada única y exclusivamente para fines investigativos. Además, se deberá citar al Ministerio del Ambiente como fuente primaria en cualquier documento donde la información sea utilizada.

Con sentimientos de distinguida consideración,

Atentamente,

Ing. Marcelo Patricio Pino Cáceres  
**DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO,  
ENCARGADO**

Referencias:  
- MAE-DPACH-2018-1636-E

Anexos:  
- img2610347824001533043139.pdf

lc/ac

---

Dirección Provincial de Chimborazo • Código Postal: 060103 / Riobamba - Ecuador • Teléfono: (593 3) 2610029  
Dirección: Av. 9 de Octubre y Duchicela, Quinta Macaji

\* Documento generado por Quipux

1/2