

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“RENDIMIENTO EN ASERRÍO DE *Couratari guianensis* Y *Tabebuia serratifolia* EN LA EMPRESA FORESTAL OTORONGO S.A.C,
MADRE DE DIOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

CAMELIA JADIRA PORTELLA FLORES

LIMA- PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“RENDIMIENTO EN ASERRÍO DE *Couratari guianensis* Y
Tabebuia serratifolia EN LA EMPRESA FORESTAL
OTORONGO S.A.C, MADRE DE DIOS”**

Presentada por:

CAMELIA JADIRA PORTELLA FLORES

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título de:

INGENIERA FORESTAL

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Florencio Teodoro Trujillo Cuellar Mg. Sc.

Presidente

.....
Ing. Ignacio Larco Roca M. Sc

Miembro

.....
Ing. Martin Araujo Flores

Miembro

.....
Ing. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas Dr.

Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por toda la dedicación, comprensión y esfuerzo en mi formación profesional y mi vida personal.

A mi querido compañero José Luis por todo el apoyo, confianza y fuerza para no rendirme y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos:

A mis padres, por haberme apoyado y motivado a finalizar esta etapa.

A José Luis, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera profesional.

A la empresa Forestal Otorongo S.A.C por permitirme elaborar este trabajo y por el apoyo brindado.

Al profesor Miguel Meléndez por su asesoramiento y tiempo brindado.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ASPECTOS GENERALES	3
2.1 Descripción de la empresa	3
2.1.3 Misión y Visión de la empresa.....	4
2.1.4 Organización	4
2.2 Descripción general de experiencia	6
2.2.1 Actividad profesional desempeñada.....	6
2.2.2 Propósito del puesto	7
2.2.3 Producto o proceso que es objeto del informe	7
2.2.4 Resultados concretos logrados	7
III. FUNDAMENTACIÓN SOBRE EL TEMA ELEGIDO.....	8
3.1 Generalidades de las especies en estudio.....	8
3.1.1 <i>Tabebuia serratifolia</i> - tahuarí	8
3.1.2 <i>Couratari guianensis</i> - cachimbo.....	9
3.2 Marco conceptual.....	11
3.2.1 Estudios de rendimiento en el aserrío	11
3.2.2 Antecedentes de estudios sobre rendimientos	15
3.2.3 Clasificación de la madera	16
3.3 Procedimientos y metodología aplicados	19
3.3.1 Descripción de máquinas y equipos	19
3.3.2 Clasificación de la madera aserrada	21
3.3.3 Proceso de producción en la empresa Forestal Otorongo S.A.C	22

IV. APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS	25
4.1 Estudio de rendimiento en aserrío para la obtención de tablas de <i>Tabebuia serratifolia</i> (tahuarí).....	25
4.2 Estudio de rendimiento en aserrío para la obtención de pisos de <i>Couratari guianensis</i> (Cachimbo)	31
V. CONCLUSIONES	37
VII. ANEXOS	43
IV. APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS	26
4.1 Estudio de rendimiento en aserrío para la obtención de tablas de <i>Tabebuia serratifolia</i> (tahuarí)	26
4.2 Estudio de rendimiento de aserrío para la obtención de pisos de <i>Couratari guianensis</i> (cachimbo)	32
V. CONCLUSIONES	38
VI. REFERENCIAS	39
VII. ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información general de la empresa	4
Tabla 2: Rendimiento de tres especies para la obtención de tablillas y decking	15
Tabla 3: Clasificación por clases comerciales	17
Tabla 4: Grados estándar de maderas duras y sus requerimientos mínimos.....	18
Tabla 5: Características de las tableadoras de planta Puerto Maldonado	20
Tabla 6: Criterios de clasificación de madera aserrada de Forestal Otorongo S.A.C	21
Tabla 7: Medidas y especificaciones del producto final.....	25
Tabla 8: Distribución diamétrica de trozas de tahuarí.....	26
Tabla 9: Resumen del proceso de aserrío de tahuarí	27
Tabla 10: Clasificación de la madera aserrada de tahuarí.....	28
Tabla 11: Madera aserrada obtenida del reaserrío del lote de #2C de tahuarí.....	28
Tabla 12: Madera aserrada total obtenida en calidad #2CyM de tahuarí.....	28
Tabla 13: Resumen de rendimientos según calidad #2CyM de tahuarí.....	29
Tabla 14: Medidas y especificaciones de la materia prima para pisos de cachimbo .	31
Tabla 15: Medidas y especificaciones de los pisos de cachimbo.....	31
Tabla 16: Distribución diamétrica de trozas de cachimbo	32
Tabla 17: Resumen del proceso de aserrío de cachimbo	33
Tabla 18: Madera aserrada para pisos obtenida del reaserrío	34
Tabla 19: Resumen de rendimientos de trozas a pisos.....	34

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de Forestal Otorongo S.A.C.....	5
Figura 2: Clase diamétrica de trozas de tahuarí	26
Figura 3: Volumen ingresado vs volumen producido de tahuarí.....	27
Figura 4: Clase diamétrica de trozas de cachimbo.....	32
Figura 5: Volumen ingresado vs volumen producido	33

ANEXOS

Anexo 1: Flujo de producción de la Planta Montenegro	44
Anexo 2: Diagrama del flujo de producción planta 03 en Montenegro.....	45
Anexo 3: Flujo de producción de la Planta Puerto Maldonado	46
Anexo 4: Diagrama del flujo del reaserrío en Puerto Maldonado.....	47
Anexo 5: Criterios de clasificación de madera aserrada en la empresa	48
Anexo 6: Rango de tiempo de almacenamiento de trozas.....	49

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo por objetivo generar indicadores de rendimiento para la gestión de la producción en la empresa Forestal Otorongo S.A.C, estableciendo coeficientes en el aserrío de las especies *Couratari guianensis* Aublet y *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson. Para la ejecución del estudio la empresa facilitó las plantas de transformación Tambopata y Montenegro, ubicadas en el departamento de Madre de Dios. El estudio de rendimiento se desarrolló considerando la obtención de dos tipos de productos: pisos de *Couratari guianensis* Aublet (cachimbo) y tablas de *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson (tahuarí). Durante la elaboración de los pisos de cachimbo se determinó un rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de 28.03 por ciento y de madera rolliza a pisos de 26.26 por ciento. En el caso de la obtención de tablas de Tahuarí, se determinó un rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de 32.92 por ciento que luego de un proceso de clasificación de la madera en dos calidades, permitió la separación de la calidad inferior para su reproceso, logrando incrementar el rendimiento a 36.40 por ciento, teniendo en cuenta que la madera aserrada obtenida en ambos estudios fue clasificada según los estándares de calidad establecidos por la empresa.

Palabras claves: Tablas; piso; estándar de calidad; reproceso; inventario de existencias; *Couratari guianensis*; *Tabebuia serratifolia*.

ABSTRACT

The present work of sufficiency professional had the objective of generating yield indicators for the demarche of production in the company Forestal Otorongo S.A.C, establishing coefficients in the sawmill of the species *Couratari guianensis* Ablet and *Tabebuia serratifolia* (M.Vahl) Nicholson. For the execution of the study the company facilitated the transformation plants Tambopata and Montenegro, located in the department of Madre De Dios. The performance of the study was developed considering obtaining two types of products: *Couratari guianensis* Aublet (cachimbo) floors and *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson (tahuarí) boards. During the production of the cachimbo floors, was determined a yield of 28.03 per cent of round wood to sawn wood, and 26.26 per cent of round wood to floors. In the case of obtaining tahuarí boards, it was determined a yiel of 32.92 per cent from round wood to sawn wood, that after a process of classification of wood in two qualities, allowed the separation of the lower quality for its reprocessing, managing to increase the yield to 36.40 per cent, considering that sawn wood obtained in both studies was classified according to the quality standards established by the company.

Keywords: Boards, floor, quality standard, reprocessing, inventory of stocks, *Couratari guianensis*; *Tabebuia serratifolia*.

PRESENTACIÓN

A finales del 2016, inicié mi trayectoria profesional como asistente de abastecimiento en la empresa Maderera Bozovich S.A.C., encargándome de la revisión y verificación de la documentación forestal y contable correspondiente a la trazabilidad de la madera, sea como materia prima y/o productos terminados, así como la elaboración y administración del inventario documentario (físico-virtual) de las guías de transporte forestal (GTF). Así mismo, se cumplieron las funciones de revisión de la documentación forestal y tributaria que sustentan la trazabilidad legítima de los productos provenientes de nuevos proveedores, atención documentaria que respalde las ventas de exportación, la gestión del proceso de trámite CITES, el manejo documentario y/o asistencia al representante del área en auditorías FSC y en la generación de información relacionada a la trazabilidad forestal para sustentar requerimientos solicitados por SUNAT. Las funciones mencionadas anteriormente se vinculan directamente con los campos temáticos correspondientes; en especial, la legislación forestal y manejo forestal, que brinda las bases para interpretar las bases legales en las cuales se rigen las autorizaciones de extracción, permisos de movilización de madera, reformulación de PO, etc.; y así como para respaldar la generación de información para dar respuesta a otras entidades, como SUNAT. Así mismo, las funciones mencionadas se desarrollaron aplicando las bases técnicas adquiridas durante la formación profesional, que engloban diversos cursos de manejo e industria forestal, con el fin de analizar problemáticas y formular alternativas de solución con sustento científico y técnico.

Actualmente, me desempeño como analista de producción en la empresa Forestal Otorongo S.A.C, en donde tengo como principal función gestionar y monitorear los procesos de producción, gestionar el abastecimiento continuo de materia prima para las plantas de la empresa, realizar el inventario del stock de materia prima, producto en proceso y producto terminado, coordinar despachos de las ventas de los productos terminados y el monitoreo de los rendimientos de producción de los diversos productos que procesa la empresa, entre otros. Las actividades mencionadas anteriormente se vinculan principalmente con lo aprendido en los cursos teórico-prácticos referentes a la industria forestal, los cuales además

de permitir al estudiante desarrollar habilidades de forma integral para su inserción en el mundo laboral, lo preparan con principios básicos y conocimientos técnicos para la utilización de equipos y/o maquinarias, estimación de volúmenes de materia prima y producto final, realización de inventarios, planificación de la producción, análisis y control de puntos críticos de los diferentes procesos productivos, incluso la determinación de indicadores de producción.

El presente trabajo de suficiencia profesional elaborado para optar el título de Ingeniera Forestal se centra específicamente en el estudio del rendimiento en aserrío de las especies *Couratari guianensis* Aublet y *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson en la empresa Forestal Otorongo S.A.C. Mediante este estudio se logró generar información referente para una mejor planificación de la producción en la empresa, así como, la proyección estimada de los productos obtenidos optimizando el uso de materia prima proveniente de los bosques tropicales.

I. INTRODUCCIÓN

La industria del aserrío constituye la actividad más importante para la transformación de la madera en nuestro país, teniendo como principal insumo un recurso natural, lo cual implica que de su adecuado aprovechamiento dependerá el desarrollo y la sostenibilidad de la industria. Este sector produce en su mayoría bienes con poco valor agregado debido a que la gran mayoría utiliza tecnología poco desarrollada que no permite aprovechar eficientemente la madera; sin embargo, la ventaja comparativa que otorga la riqueza del bosque peruano respecto a los otros países constituye una oportunidad latente para potenciar el crecimiento del sector con sostenibilidad. (PRODUCE, 2015)

Por ello, el rendimiento en aserrío de la madera rolliza, permitirá determinar la rentabilidad de la operación y la eficiencia del proceso de transformación, debido a que este es uno de los principales indicadores para medir el grado de aprovechamiento de la materia prima y garantizar la eficiencia del proceso. Así mismo, entre las especies comerciales maderables con oferta latente en el mercado nacional e internacional, se encuentran *Couratari guianensis* y *Tabebuia serratifolia*, ambas presentan características únicas y son empleadas en diversos productos por lo cual son muy demandadas.

Ante esta situación, la ejecución del estudio de estas especies permitió contribuir a la gestión de los procesos industriales por los que pasa la madera a lo largo de la cadena productiva, desde que llega a la planta de transformación en forma de trozas hasta el producto final de exportación o venta en el mercado nacional.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo general generar indicadores de rendimiento para la gestión de la producción en la empresa Forestal Otorongo S.A.C, estableciendo coeficientes en el aserrío de las especies *Couratari guianensis* Aublet y *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson. Estos indicadores permitirán a la empresa la planificación adecuada de su proceso de producción y ventas, utilizando la información generada como referente en

la optimización del uso de materia prima y obtención de producto terminado, así mismo el proceso de producción para la introducción de un nuevo producto al mercado, lo cual se reflejará en una mayor rentabilidad para la empresa. Para el cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el rendimiento en aserrío de las trozas de *Couratari guianensis* Aublet y *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson.
- Determinar los volúmenes de los productos finales de venta empleando criterios de clasificación en la madera aserrada de *Couratari guianensis* Aublet y *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson.

II. ASPECTOS GENERALES

2.1 Descripción de la empresa

2.1.1 Ubicación

La empresa Forestal Otorongo S.A.C cuenta con dos plantas de transformación, las cuales se detallan a continuación:

- **Planta Montenegro:** Se ubica en el km 560 de la carretera interoceánica (Tramo Puerto Maldonado Iñapari) Sector Maranguape II (San Lorenzo), distrito de Tahuamanu, provincia de Tahuamanu, departamento de Madre de Dios.
- **Planta Puerto Maldonado:** Se ubica en carretera La Cachuela km 1.8, distrito Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios.

2.1.2 Actividad

Forestal Otorongo S.A.C es una empresa líder en el mercado dedicada a la manufactura, compra y distribución de madera de origen legal. Se encuentra ubicada en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata y distrito de Tambopata. (Ver Tabla 1).

Es una empresa que integra la extracción, procesamiento y comercialización de madera de bosques manejados con criterio de sostenibilidad, garantizando que el producto final de consumo, sea proveniente de un bosque certificado y procesado mediante certificación FSC en toda su línea de producción, teniendo como prioridades superar las expectativas de los clientes, motivar la habilidad de los colaboradores, buscando el bienestar social, medioambiental y económico.

Las principales especies que se procesan en la empresa son: shihuahuaco, anacaspi, azúcar huayo, ishpingo, estoraque, cachimbo, tahuarí, estoraque, cedro, caoba, mashonaste, tornillo, entre otras; de las cuales se obtienen diversos productos que en su gran mayoría tienen como destino el mercado internacional.

Tabla 1: Información general de la empresa

Razón social	: FORESTAL OTORONGO S.A.C
RUC	: 20484479616
Domicilio legal	: Carretera La Cachuela km 1.8 Tambopata, Tambopata, Madre de Dios
CIUU	: 1610 - Aserrado y acepilladura de madera

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

2.1.3 Misión y Visión de la empresa

- **Misión:** Llevar al mundo productos de madera fina, de manera sostenible y eficiente, beneficiando a nuestros clientes, proveedores, colaboradores y al medio ambiente.
- **Visión:** Ser la principal corporación de América Latina en brindar soluciones de madera fina, promoviendo el manejo sostenible de los bosques.

2.1.4 Organización

La estructura organizativa de la empresa Forestal Otorongo S.A.C se presenta en la Figura 1.

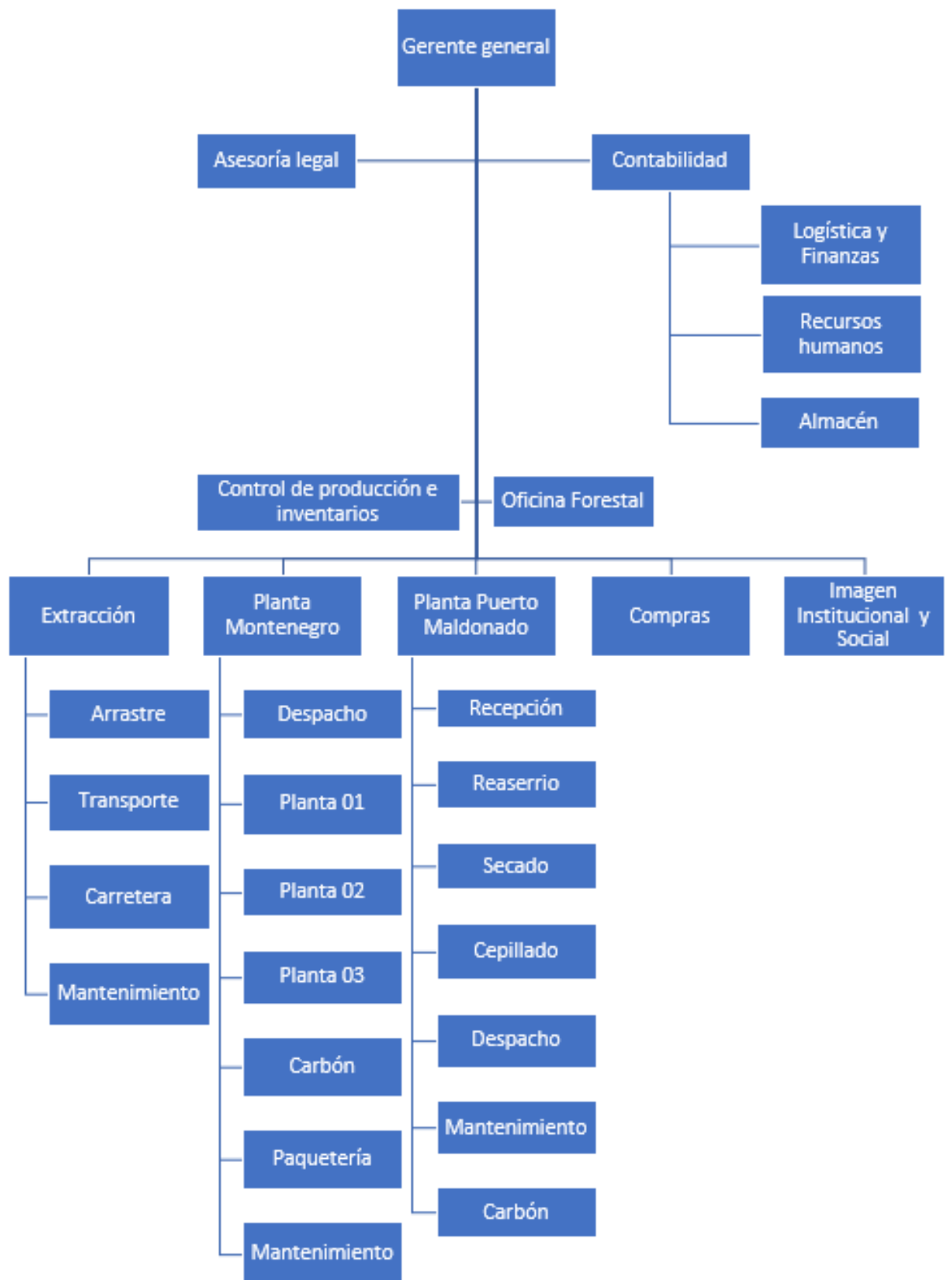


Figura 1: Organigrama de Forestal Otorongo S.A.C

2.2 Descripción general de experiencia

2.2.1 Actividad profesional desempeñada

Actualmente, desempeño el cargo de analista de producción, en el área de control de producción e inventarios en la empresa Forestal Otorongo S.A.C, en donde desempeño las siguientes funciones:

- Coordinación adecuada de la cadena de suministros de materia prima para las plantas de la empresa.
- Manejo de inventarios de stock de materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- Reporte de existencias de materia prima y/o productos terminados, indicadores de producción, ventas y otros, de forma semanales, mensuales y trimestrales a gerencia y/o áreas afines.
- Procesamiento de información y monitoreo de los procesos productivos para el cumplimiento de metas.
- Gestionar y monitorear la atención de pedidos según prioridades y tiempos establecidos por gerencia y socio estratégico.
- Monitoreo de los procesos de producción asegurando la mejora continua en las líneas de producción.
- Seguimiento de los rendimientos y producción de los diversos productos / especies que se procesan.
- Coordinación de la atención de pedidos del socio estratégico con los agentes intermediarios.
- Coordinación de los despachos de producto terminados con el socio estratégico según prioridades de atención de pedidos.
- Elaboración de proyecciones de producción y estimación de tiempos de atención de los productos estándar y/o pedidos especiales para la planificación de las ventas.

2.2.2 Propósito del puesto

Este puesto tiene como propósito llevar un control y manejo adecuado de toda la cadena de abastecimiento de materia prima, de la producción y de los despachos, minimizando retrasos en la atención de pedidos y pérdidas para la empresa, y a su vez dar rápida solución a los problemas de la cadena productiva para que este impacto no repercuta en pérdida de producto y/o materia prima y en los tiempos de entregas de los pedidos de nuestro socio estratégico.

2.2.3 Producto o proceso que es objeto del informe

El tema de “Rendimiento en aserrío de *Couratari guianensis* y *Tabebuia serratifolia* en la empresa Forestal Otorongo S.A.C, Madre de Dios”, se enfoca principalmente en generar indicadores sobre rendimientos, empleando criterios de clasificación de la madera aserrada, que sirva como referente para la planificación de la producción y ventas futuras de las especies con las que trabaja la empresa.

2.2.4 Resultados concretos logrados

Se logro determinar el rendimiento de troza a producto final de las especies en estudio aplicando como criterio principal la clasificación de la madera aserrada según los estándares establecidos por el cliente, lo cual servirá de punto de partida para proyectar la producción de estos productos y asegurar ventas futuras.

III. FUNDAMENTACIÓN SOBRE EL TEMA ELEGIDO

3.1 Generalidades de las especies en estudio

3.1.1 *Tabebuia serratifolia* - tahuarí

Nombre científico: *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson

Familia: Bignonaceae

Nombres comunes: tahuarí amarillo; tahuarí

- **Distribución y hábitat:** Se encuentra distribuida en Colombia, Bolivia, Brasil, Ecuador, las Guayanas, Surinam y Perú. En el Perú se encuentra en las regiones de Loreto y Ucayali. Se le halla en clima tropical húmedo, con precipitaciones pluviales de hasta 3,300 mm/año y distribuido hasta los 900 msnm. Es una especie de lento crecimiento, ecológicamente conocida como esciófita, característica de los bosques primarios (Angulo & Reyes, 2015).
- **Descripción del árbol en pie:** Presenta un fuste ligeramente aplanado y recto; el tipo de raíz es pivotante y ramificada; la copa es heterogénea, poco amplia; la corteza externa es de color gris parduzco, rugosa, áspera, fisurada. La corteza interna es de color crema amarillento, de sabor ligeramente dulce. Presenta hojas digitada, opuestas, sin estipulas, decusadas. Las flores tienen una corola de color amarillo oro, inflorescencia terminal (Pastor & Limache, 1999).

– Propiedades y usos de la madera de Tahuarí

- **Propiedades:** Madera de muy buena calidad, muy dura y pesada, además es una de las maderas amazónicas más densas; es de color pardo a crema claro en la albura y marrón oscuro en el duramen, con grano recto a entrecruzado y textura media, pero es difícil de aserrar por la presencia de sílice (Reynel *et al.*, 2003).

- **Usos:** La madera puede ser usada para construcciones exteriores pesadas (puntales, vigas, durmientes, etc.), carrocerías, construcción naval (no en agua salada), pisos, implementos agrícolas y artículos deportivos (Silva, 2006).

Se le emplea también para artesanía; es susceptible a buen pulimento. Son apreciadas como ornamentales por sus flores vistosas, de colores vivos. La corteza y los vasos del duramen en la madera contienen compuestos relacionados al Lapachol, una Naptoquinona que tiene actividad antitumoral y es empleada en el tratamiento de algunos tipos de Cáncer (Reynel *et al.*, 2003).

- **Durabilidad natural:** Tiene buena durabilidad. En pruebas de laboratorio, demostró ser altamente resistente al ataque de organismos xilófagos (hongos y termitas), así mismo en observaciones prácticas se considera muy resistente a la pudrición.
- **Tratabilidad:** Demostró ser impermeable a soluciones conservantes bajo tratamiento a presión.
- **Trabajabilidad:** Es moderadamente difícil de trabajar, especialmente con herramientas manuales debido a que pierden rápidamente su filo. El cepillado es regular, fácil de lijar y excelente para clavar y atornillar.
- **Secado:** El secado al aire es de medio a rápido y presenta problemas menores de agrietamiento y deformación. El secado artificial puede agravar la incidencia de defectos (IPT, 2020).

3.1.2 *Couratari guianensis* - cachimbo

Nombre científico: *Couratari guianensis* Aublet

Familia: Lecythidaceae

Nombres comunes: cachimbo colorado, cachimbo blanco, misa

- **Distribución y hábitat:** Se encuentra distribuido en Guayanas, Panamá, Brasil, Venezuela, Colombia y Perú. En el Perú se encuentra en los departamentos de

Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se distribuye principalmente en bosques no inundados. Se desarrolla en las formaciones ecológicas de bosque muy húmedo premontano (bmh-P) y bosque húmedo tropical (bh-T). se presenta por lo general en zonas altas. Generalmente crece asociado con las especies *Xilopia sp.*, *Aniba sp.*, *Calycophyllum* (CPM, 2008).

- **Descripción del árbol en pie:** Árbol con corteza marrón, ligeramente rosada, Aletas altas y ramificadas. Cuando se hace un corte, la corteza interna es blanca amarillenta a naranja; fuertemente fibrosa. Hoja grande, coriácea, venación saliente e indumento bien evidente. Base y fuste rectos o acanalados, aletas rectas, raramente cóncavas, altas, entre 5 a 12 m de alto, ramificadas. Copa ramificada y esférica (Flores, 2010).

– **Propiedades y usos de la madera de Cachimbo**

- **Usos:** Se utiliza en carpintería de interiores, muebles, estructuras (vigas, viguetas, columnas, tijerales), encofrados, pisos, molduras y machimbrados, envases pesados, mangos de herramientas, artesanías. Tiene una aptitud papelera aceptable y puede sustituir al pino Oregón, pino insigne y pino araucaria en construcción y encofrados (CPM, 2008).
- **Durabilidad natural:** Presenta baja resistencia al ataque de organismos xilófagos (hongos y termitas) y algunas especies tienen tendencia a manchase (mancha azul) causada por hongos y deben usarse secas y protegidas de la humedad. Esta madera en contacto con el suelo se consideró no duradera, con vida útil inferior a dos años.
- **Tratabilidad:** En laboratorio se sometió a tratamiento a presión, donde demostró ser permeable a soluciones conservantes. Es muy fácil de tratar con creosota y con CCA-A aplicada bajo presión.
- **Trabajabilidad:** Es moderadamente blanda de cortar, presenta un buen acabado, algunas especies tienen sílice.
- **Secado:** La velocidad de secado al aire es moderada, con una ligera tendencia a deformarse y agrietarse en la superficie. El secado al horno es

rápido, sin defectos importantes, en ciertos casos puede presentar problemas de secado como grietas y torsiones moderadas. (IPT, 2020)

3.2 Marco conceptual

3.2.1 Estudios de rendimiento en el aserrío

El estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Expresa la relación entre el volumen de madera rolliza (trozas) y el volumen resultante en productos aserrados (Quirós, 1990).

El rendimiento en aserrío se determina mediante el coeficiente de aserrío o coeficiente de aserrado, que es la relación entre el volumen de madera que se obtuvo y el volumen de trozas que se usaron para producirla (Chávez & Guillén, 1997). Este parámetro sirve de base para que los administradores de los aserraderos evalúen el desempeño, ya que refleja si las operaciones están siendo ejecutadas correctamente en la empresa (Moraes, 2013).

Por ello, en la industria del aserrío es de vital importancia contar con información sobre los coeficientes de aserrío de madera rolliza a madera aserrada de forma precisa, debido a que su conocimiento permite determinar el rendimiento promedio de material aserrado para efectuar un comercio justo a nivel local como regional (Kahn, 2014).

Factores que afectan el rendimiento de la materia prima

El parámetro clave para el éxito económico en la industria forestal es la materia prima, la cual tiene un mayor costo, en el que se incurre, para el funcionamiento del aserradero. Por ello, a continuación, se detallan los factores principales que afectan el rendimiento, entre los cuales destacan:

- El diámetro y forma de las trozas a procesar
- La clase de madera y su calidad
- El patrón de corte (métodos de aserrío)
- El tipo de sierra empleado para transformar la materia prima. (Quirós et al., 2005)

El diámetro de las trozas tiene un efecto directo en la calidad y cantidad de madera aserrada, ya que conforme aumenta el diámetro por lo general se reducen los defectos de la madera (Zavala & Hernández, 2000). Mientras que conforme se reduce el diámetro de la troza disminuye el rango de rendimiento. Por ello, el aserrío de trozas proveniente de bosques naturales, con diámetros medios de 60 cm el rendimiento varió de 45-75 por ciento (Quirós *et al.*, 2005).

Moraes (2013) señala que existe una tendencia a incrementar el rendimiento de la madera aserrada, según aumenta el diámetro de los troncos, debido a que el volumen de residuos es menor en porcentaje en relación al volumen de la troza, esto aplicará siempre y cuando la troza se encuentren en buen estado. Mientras que los troncos con menor diámetro producen pérdidas de residuos que afectan el rendimiento, por ello es necesario compensar la caída con un aumento en la productividad y la velocidad de proceso.

La calidad de la troza influye en la generación de residuos, siendo el aserrín el residuo que se genera en las tres fases principales del aserrío: despiezado, canteado y despuntado, siendo este volumen calculado de forma matemáticamente con gran precisión (Guevara *et al.*, 1993).

Por otro lado, la selección del método de aserrío dependerá de las propiedades físico - mecánicas de la materia prima, diámetro y calidad de las trozas, tipo de producto que se va a obtener, volumen y tipo de residuos (Sanabria & Serrano, 1993).

El tipo de sierra que se utilice afectará el rendimiento de transformación primaria de la madera por su influencia en la amplitud del corte y en el desperdicio asociado con la producción de aserrín. Por lo tanto, los equipos convencionales de aserrío generalmente son clasificados de acuerdo con el tipo de elemento cortante en sierras circulares, sierras de banda o cinta sin fin y sierras alternativas (Quirós *et al.*, 2005).

Proceso de aserrío

El proceso de aserrío se considera una de las actividades más importantes de la industria forestal y una de las formas más sencillas de transformar la madera, cuya eficiencia se evalúa

a través de los estudios de coeficientes de aprovechamiento y de rentabilidad del proceso (Zavala & Hernández, 2000).

En este proceso se debe considerar que la materia prima, alcanza entre un 60 a 70 por ciento del costo del producto, por tal motivo, toda innovación dentro de las plantas de aserrío y en tecnologías que se desarrollen para mejorar el rendimiento, deben considerar tres aspectos relevantes: volumen, valor y calidad. Por ahora, la transformación de la materia prima está ligada a un complejo sistema donde se toman decisiones según cada etapa del proceso y cada decisión está ligada en la obtención de los productos finales, empleando variables como rendimiento, productividad y consiguiendo el mejoramiento continuo (Aguilar & Sanhueza, 2003).

Cuantificación del volumen en el proceso de aserrío

Para estimar el volumen de materia prima rolliza, se utiliza la fórmula de Smalian, cuantificando el volumen total de madera mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

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

Donde:

V= Volumen de la troza (m³)

Π = Constante Pi, equivalente a 3.1416

D1 = Diámetro promedio del extremo menor de la troza (m)

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

L= Largo de la troza (m)

Fuente: (INAB, 2016)

Se aplica Smalian debido a que es una de las fórmulas más común, por ser fácil de aplicar en cuanto a la toma de datos (diámetros en las cabezas de las trozas) y por considerar que su imprecisión en la determinación del volumen, no es tan significativa desde el punto de vista económico y comercial (Zavala & Hernández, 2000).

El volumen de madera aserrada obtenido del procesamiento primario y/o secundario se cuantificó utilizando la siguiente fórmula:

$$V (pt) = \frac{\textit{Espesor} \times \textit{Ancho} \times \textit{Largo}}{12}$$

Donde:

V= Volumen en pies tablares

L= Longitud de las tablas en pies

A= Ancho de la tabla en pulgada

E= Espesor de la tabla en pulgadas

A partir, de los valores de volumen de productos obtenidos en cada etapa del proceso de aserrío y el volumen de materia prima utilizada, se determinó el rendimiento a través de la siguiente fórmula:

$$R (\%) = \frac{\textit{Volumen de madera aserrada (m}^3\text{)}}{\textit{Volumen de madera en troza (m}^3\text{)}} \times 100$$

El volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares; por ello se realizará la transformación del volumen de madera aserrada de pies tablares a metros cúbicos. Para esto se considera la siguiente equivalencia: 1 m³ (rolliza) = 424 pt (aserrados). (Chávez & Guillén, 1997)

3.2.2 Antecedentes de estudios sobre rendimientos

En los últimos años se han realizado diversos estudios de rendimiento de las principales especies comerciales a nivel nacional los cuales se detallan a continuación.

Huaycama (2019) estudio el rendimiento de madera rolliza a madera aserrada para la especie yacushapana (*Terminalia oblonga*) en el aserradero Corporación Industrial Forestal S.A.C, Loreto- Perú, en donde concluye que el rendimiento promedio obtenido fue de 57.38 por ciento. El volumen de madera aserrada obtenida fue de 18.696 m³ el cual según los criterios de clasificación de la empresa se distribuye en 11.800 m³ (63 por ciento) de madera comercial y 6.898 m³ (37 por ciento de) de madera de recuperación.

Zapana (2018) determina un rendimiento en aserrío de 22 por ciento para azúcar huayo (*Hymenaea oblongifolia* Huber), 23 por ciento para estoraque (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms) y 33 por ciento para shihuahuaco (*Dipteryx odorata* Aubl. Willd) en la transformación primaria para la obtención de tablillas y decking en la empresa Maderera Canales Tahuamanu S.A.C, Madre de Dios - Perú; concluyendo que la diferencia de rendimiento entre especies correspondería a viruta, aserrín, leña, etc. (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Rendimiento de tres especies para la obtención de tablillas y decking

Especie en estudio	Rendimiento		Volumen de madera aserrada (m ³)				
	%	pt / m ³ rollizo	Total	Decking		Tablillas	
			m ³	m ³	%	m ³	%
Azúcar huayo	22	93.32	93.32	24.75	26.52%	68.57	73.48%
Estoraque	23	95.82	56.24	21.52	38.26%	34.72	61.74%
Shihuahuaco	33	138	149.03	59.14	39.68%	89.89	60.32%

Fuente: Zapana (2018) (Elaboración propia)

Ruiz (2018) estudio el rendimiento por grados de calidad de madera aserrada de las especies andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) y marupa (*Simarouba amara* Aubl) en la empresa Inversiones La Oroza S.R.L, Loreto – Perú, obtuvo un rendimiento del 68.95 por ciento para la andiroba y 72.32 por ciento para marupa.

Del Castillo (2018) al estudiar el rendimiento en tablas de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en la planta de la empresa MADEX E.I.R.L, Loreto - Perú, determinó un valor de 75.94 por ciento, el cual estuvo influenciado por la buena calidad de las trozas utilizadas como materia prima.

Vasquez (2014) en un estudio de rendimiento por grados de calidad de la madera aserrada de la especie capirona en el aserradero Agro Forestal Requena S.A.C, Loreto - Perú, obtuvo un rendimiento de 57,32 por ciento, del cual un 61,60 por ciento se clasificó como comercial y un 38,40 por ciento como recuperación. Así mismo, determinó que el rendimiento está influenciado por factores como la materia prima (Tamaño, forma y calidad de las trozas), la tecnología y los requerimientos del demandante o comprador.

Huarcaya (2011) determinó en el aserradero Agro industrial Victoria S.A., un rendimiento promedio en aserrío de 22.75 por ciento para estoraque (*Myroxylon balsamum*) y 37.12 por ciento para shihuahuaco (*Dipteryx micrantha Harms*).

Actualmente, la DGFFS (Dirección General Forestal y Fauna Silvestre), usa un factor de 52 por ciento (220 pt por cada metro cúbico de madera rolliza) que representa el valor promedio para cualquier tipo de sierra y que suele emplearse especialmente para fines estadísticos. Es probable que en un estudio exhaustivo se determine rendimientos individuales para cada tipo de madera, en función de la calidad de troza y defectos que inciden en el rendimiento y que varían entre maderas (Guevara *et al.*, 1993).

3.2.3 Clasificación de la madera

La clasificación de la madera aserrada obedece a la demanda del mercado y están sujetas a características específicas para los distintos productos, los cuales se agrupan en: especie, tipo de producto, apariencia, defectos de la madera (nudos, grietas, rajaduras, etc.), dimensiones, contenido de humedad y los defectos del proceso (marcas de la sierra, astillamientos, falta de cepillo, etc.) (Aguilar & Sanhueza, 2003).

Los grados de calidad de la madera latifoliada han sido adoptados para establecer el valor comparativo de las piezas de madera y proporcionar al usuario un estándar sobre el cual hará su compra para un uso final particular. Por ello los grados de calidad para madera latifoliada

están basados principalmente en la cantidad de "cortes" que una tabla de uso industrial tiene, mientras que la madera de coníferas depende principalmente del tamaño de los defectos como factor de afectación para las calidades de resistencia de la pieza entera de la madera (Párraga, 2006).

Los grados o clases de las maderas duras están generalmente basados en el tamaño y número de los cortes o piezas individuales que pueden ser obtenidas de una tabla particular cuando es cortada y utilizada en el proceso de manufactura (Cassens & Serrano, 2006).

Realizar la clasificación de la madera aserrada debe referir a los atributos que esta presenta, entre ella se menciona la apariencia, especie, contenido de humedad, entre otros. En tal sentido, a continuación, se detallan las clasificaciones que se emplean en nuestro sector actualmente.

Clasificación por clases comerciales

La resolución jefatural N° 230-2004 INRENA clasifica la madera aserrada por categorías, donde define y establece la lista de productos forestales maderables según las siguientes especificaciones (Ver Tabla 3):

Tabla 3: Clasificación por clases comerciales

CATEGORIA	TIPO	DIMENSIONES			
		ESPESOR (e)	ANCHO (a)	LARGO (l)	TOLERANCIAS
Comercial	Comercial (C)	$\geq 25.4\text{mm}$ o $\geq 1''$	$> 15.24\text{cm}$ o $> 6''$	$> 1.83\text{m}$ o $> 6'$	$A = \pm 2.54\text{ cm}$ $A = \pm 1'$, máximo
Recuperación	Larga angosta (LA)	$\geq 25.4\text{mm}$ o $\geq 1''$	$\leq 12.70\text{cm}$ o $\leq 5''$	$\geq 1.83\text{m}$ o $\geq 6'$	Incluye albura
	Corta (CO)	$\geq 25.4\text{mm}$ o $\geq 1''$	$\geq 2.54\text{cm}$ o $\geq 1''$	$\leq 1.52\text{m}$ o $\leq 5'$	Incluye albura
Especial ¹³ (E)		$\geq 12\text{mm}$ o $\geq \frac{1}{2}''$	$\geq 25.4\text{mm}$ o $\geq 1''$	$\geq 150\text{mm}$ o $\geq 6''$	Medidas especiales

Fuente: (INRENA, 2008)

Clasificación por calidades (NHLA)

La norma internacional NHLA, clasifica a la madera por grados de calidad, esta clasificación es aceptada internacionalmente, y son usadas en todas las transacciones de comercio de madera como base de compraventa. Son un instrumento legal nacional con respaldo internacional que permite instruir, capacitar al sector y agilizar la comercialización de la madera aserrada. El uso de las reglas de clasificación juega un papel importante en los procesos de comercialización, y brinda los siguientes beneficios:

- Mayor expansión de la producción industrial, aumentando la oferta exportable y el acceso a los mercados de consumo de las maderas tropicales.
- Mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Mejoramiento de la productividad del bosque y de las industrias dependientes incrementando la calidad y el valor agregado de la producción de madera tropical (Párraga, 2006).

Tabla 4: Grados estándar de maderas duras y sus requerimientos mínimos

Requisito	GRADOS						
	FAS ²	FIF ^{2,3}	Selectas ³	No. 1C	No.2A No.2B ⁴	No.3A	No.3B
Ancho	6"+	6"+	4"+	3"+	3"+	3"+	3"+
Largo	8'-16'	8'-16'	6'-16'	4'-16'	4'-16'	4'-16'	4'-16'
Cortes permitidos (n)	$\frac{SM}{4}$ No por encima de 4	$\frac{SM}{4}$ para FAS (lado) $\frac{SM+1}{3}$ para No. 1 Com. (lado)	$\frac{SM}{4}$ para FAS (lado) $\frac{SM+1}{3}$ para No.1 Com. (lado)	$\frac{SM+1}{3}$ No sobre 5	$\frac{SM}{2}$ No sobre 7	Sin limite	Sin limite
Mínimo tamaño de los cortes	4" x 5' 3" x 7'	4"x5' ó 3"x7' FAS (lado) 4"x2' ó 3"x3' No.1C (lado)	4"x5' ó 3"x7' FAS (lado) 4"x2' ó 3"x3' No.1 C (lado)	4"x2' 3"x3'	3"x2'	3"x2'	1½" o más ancho que contenga 36 pulg ²
Rendimiento/ Cantidad requerida en cortes de cara limpia.	$\frac{10}{12}$ 83-1/3%	$\frac{10}{12}$ FAS (lado) $\frac{8}{12}$ No. 1Com.	$\frac{10}{12}$ FAS (lado) $\frac{8}{12}$ No. 1Com.	$\frac{8}{12}$ 66-2/3%	$\frac{6}{12}$ 50%	$\frac{4}{12}$ 33-1/3%	$\frac{3}{12}$ 25% cortes sanos

¹ Adaptado de las Reglas para la Medición e Inspección de las Maderas Duras y Ciprés. National Hardwood Lumber Association. Memphis, TN, 1998.

² Ver Cuadro 3 para restricciones adicionales para los grados FAS y FIF.

³ El lado reverso tanto para los cortes de FAS y No. 1 común no requieren que los lados sean sanos para los grados FIF y Selectas.

⁴ El grado No. 2 Común requiere corte de cara limpia. No. 2B Común reúne todos los requerimientos de No. 2A, excepto que los cortes deben ser sanos tal como se define los mismos.

Fuente: (Cassens & Serrano, 2006)

3.3 Procedimientos y metodología aplicados

3.3.1 Descripción de máquinas y equipos

La empresa Forestal Otorongo S.A.C, se dedica al procesamiento de maderas duras en su mayoría, por ello cuenta con maquinarias y equipos adecuados para tal fin. Las plantas cuentan con maquinarias relativamente antiguas, pero que a través del mantenimiento preventivo se mantiene en buen estado, funcionando sin inconvenientes, evitando de esa manera el incremento de los costos de producción y que esto a su vez afecte a la producción. En la ejecución de los estudios de rendimientos se emplearon las siguientes maquinarias las cuales se detallan a continuación por plantas:

– **Planta Montenegro**

El procesamiento de trozas para este estudio se realizó en la planta de transformación de Montenegro, empleando las siguientes máquinas y equipos:

a) **Aserradero portátil (Mighty Mite):** Utilizada para aserrar las trozas.

- **Cantidad:** 2
- **Potencia:** 50 hp
- **Modelo:** Induspan Shulller (Echisa)

Trabaja con 2 discos de corte el cual tiene las siguientes características:

- **Diámetro:** 560 mm
- **Espesor de disco:** 4 mm
- **N° de dientes:** 16
- **Ancho de diente:** 6.5 mm

b) **Generador eléctrico:** Brinda la energía eléctrica para las máquinas de aserrío.

- **Cantidad:** 1
- **Marca:** Caterpillar
- **Serie :**48BH5498
- **Fuente de Energía:** Petróleo

c) **Despuntadora:** Utilizada para el clasificado de los bloques.

- **Cantidad:** 1
- **Modelo:** Echisa
- **Potencia:** 10 hp

d) **Mesa de recuperación:** Utilizada para recuperar los elementos resultantes de madera.

- **Cantidad:** 1
- **Modelo:** Echisa
- **Potencia:** 15 hp

– **Planta Puerto Maldonado**

El procesamiento de madera aserrada se realizó en la planta de reaserrío de Puerto Maldonado. Esta planta cuenta con las siguientes máquinas para el procesamiento de madera aserrada:

a) **Tableadoras:** Cuenta con dos tableadoras las cuales se describen a continuación:

Tabla 5: Características de las tableadoras de planta Puerto Maldonado

	Tableadora 01	Tableadora 02
Marca:	MITSA	Brenta
Potencia (hp):	50	50
Longitud de la Cinta (m):	8	7.5
Elementos de corte:	Ancho (“): 6 Espesor o calibre (mm): 1.25 Paso del diente: 45 mm	

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

b) **Despuntadora:** Utilizada para el clasificado de la. madera aserrada

- **Cantidad:** 2
- **Modelo:** Echisa
- **Potencia:** 10 hp

3.3.2 Clasificación de la madera aserrada

El mercado internacional y nacional demanda que la madera procesada cumpla con ciertos estándares de calidad, para lo cual la empresa debe adaptar sus líneas de producción a fin de satisfacer los requerimientos del comprador. Esta condición influye en el volumen de producción, el rendimiento y el costo de producción de la empresa.

La clasificación de la madera serrada en ambos estudios se realizó teniendo en cuenta la especificación del comprador, los criterios de clasificación de la empresa y las normas internacionales. En tal sentido, la clasificación se estableció siguiendo los siguientes criterios (Ver Tabla 6 y Anexo 5):

Tabla 6: Criterios de clasificación de madera aserrada de Forestal Otorongo S.A.C

Calidad	Descripción
# 1 CyM	Madera estructuralmente sana. No se acepta albura en caras ni cantos, picaduras, nudos abiertos, manchas, bicoloraciones, etc. Mín. 85% de Selecta y Mejor, y máx. un 15 por ciento de # 1 Común.
#2 Común	Madera estructuralmente sana. En la cara no se acepta rajaduras. Se acepta máximo 5 nudos cerrados/abiertos dependiendo del ancho y largo de la tabla; albura 1/3 del largo por 1" en el ancho.
# 2CyM	Madera estructuralmente sana, sin rajaduras, se acepta alguna arista con albura (que no tenga picaduras). Mín. 40 por ciento de Selecta y Mejor, mín. 30 por ciento de # 1 Común; máx. 30 por ciento de # 2 Común
A	Madera estructuralmente sana. Una cara limpia y dos cantos libres de defectos. No se acepta en la cara albura, picadura, manchas, bicoloraciones, etc.
B	Lo que no clasifique dentro de la calidad "A". No se aceptan problemas estructurales como rajaduras, picaduras en la albura.
A/B	Mín. 80 por ciento de "A" y máx. 20 por ciento de "B"

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

3.3.3 Proceso de producción en la empresa Forestal Otorongo S.A.C

La madera que ingresan a la empresa es tratada bajo un estricto control documentario y físico para asegurar la trazabilidad legal de la madera, cumpliendo con la normatividad peruana, así mismo, para el caso de madera certificada FSC 100 por ciento se verifica que provenga de bosques manejados bajo los criterios de FSC.

Durante el ingreso de materia prima (trozas y/o madera aserrada), se exige que la carga venga con la documentación requerida por el estado para la comercialización y transporte, que garantice la trazabilidad legal y procedencia de la madera.

Toda esta documentación es revisada, cuidando que cuente con los sellos de los puestos de control respectivos a su ruta y que los documentos correspondientes a la trazabilidad sean los correctos para su presentación a la autoridad forestal de la zona (DRFFS), con el fin de que sean revisados y sellados luego de la verificación física.

Cabe mencionar que el ingreso y salida de madera en la empresa es registrado en el libro de operaciones; así mismo mediante un inventario mensual de trozas y de madera aserrada se verifica la existencia disponible para la planificación de la producción.

Proceso de producción

El proceso de producción de las plantas en la empresa Forestal Otorongo S.A.C se detalla en líneas generales a continuación:

- **Planta Montenegro:** En esta planta se realiza la transformación primaria de las trozas a principalmente tablas o bloques, los cuales posteriormente pasaran por una transformación secundaria para la obtención del producto intermedio o producto final, según sea las indicaciones del comprador. En líneas generales, el flujo de producción de esta planta contempla los siguientes procesos (Ver Anexo 1):
 - a) **Recepción de materia prima:** Este proceso inicia con la recepción de trozas transportadas del bosque a la planta, en este punto se revisa y verifica la documentación que respalde el traslado para proceder con la descarga de camiones y el registro de datos en el libro de operaciones.
 - b) **Almacenamiento:** A las trozas se le asigna un código de planta y son almacenadas en el patio de trozas según especies.

- c) **Aserrío:** El área de producción cuenta con tres galpones, que se denominan planta 1, planta 2 y planta 3, estos galpones se agrupan en dos sistemas de producción para la obtención de madera aserrada:
- **Aserrío con sierra circular (*Mighty mite*):** Se emplea en la planta 1 y planta 3, provistas de discos como herramienta de corte (Ver Anexo 2).
 - **Aserrío con sierra cinta:** Se emplea en la planta 2, cuya herramienta de corte es una cinta sin fin.
- d) **Empaquetado:** Se realiza según las especificaciones del comprador.
- e) **Despacho:** Según sea el caso, los despachos pueden realizarse de forma directa al comprador y/o enviarse a la planta de Puerto Maldonado, para que se reprocese según sean las indicaciones del cliente.
- f) **Producción de carbón:** Este proceso emplea los residuos del proceso de aserrío, según sea la especie para la obtención de carbón industrial.

Cabe indicar que ambos estudios de rendimiento se procesaron en la planta 3, empleando el disco como elemento de corte, en donde las trozas fueron transformadas a bloques según las especificaciones indicadas por el comprador (medidas, calidad del producto, etc.).

La madera aserrada obtenida pasa por un proceso de clasificación, lo que no califica se procede a recuperar conjuntamente con la madera que presenta defectos, para posteriormente empaquetar la madera aserrada para despacho según las indicaciones del comprador.

- **Planta Puerto Maldonado:** En esta planta se realiza el proceso de transformación secundaria, obteniéndose diversos productos, con acabados variados según sean las especificaciones del comprador. El flujo de producción de esta planta comprende los siguientes procesos (Ver Anexo 3):
 - a) **Recepción de materia prima:** Este proceso inicia con el ingreso de madera aserrada, sea como tablas o bloques y/o productos aserrados (materia prima para decking, pisos y/o tablillas).

- b) **Almacenamiento:** Toda la madera aserrada que ingresa a la planta, se cubica y codifica indistintamente sea el producto o proceso al que se le direcciona. Los productos que son materia prima para un producto específico son redireccionados directamente al proceso de estibado.
- c) **Reaserrío:** La planta cuenta dos reaserradoras, las cuales se emplean para habilitar la materia prima (bloques) según sea el producto que se encuentra en línea de producción. El material obtenido en este proceso puede pasar directamente al proceso de estibado y/o se empaqueta para despacho (Ver Anexo 4).
- d) **Estibado:** La madera es estibada en función a la especie, producto y medidas.
- e) **Secado:** Estará condicionado por la especie/ producto y la humedad a la cual el cliente solicite el pedido.
- f) **Premaquinado:** En este proceso se cepilla, cantea y/o despunta la madera seca, permitiendo realizar la clasificación de los productos según lo solicitado por el cliente, para proceder luego con el empaquetado.
- g) **Empaquetado:** Se realiza según las indicaciones del comprador, tomando en cuenta el producto, acabado, calidad, etc.
- h) **Despacho:** El despacho está en función de la atención de pedidos del socio estratégico, estos pueden ser material húmedo o material seco.
- i) **Producción de carbón industrial:** Este proceso emplea los residuos provenientes de las líneas productivas, según sea la especie, para la producción de carbón industrial.

Cabe indicar que la madera de cachimbo fue la única en pasar por un proceso de transformación secundaria, debido al pedido del cliente de pisos en condición húmeda como producto final, mientras que la madera de tahuarí paso por un reprocesamiento de una calidad inferior.

IV. APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

4.1 Estudio de rendimiento en aserrío para la obtención de tablas de *Tabebuia serratifolia* (tahuari)

El estudio de rendimiento correspondiente al tahuari tuvo la finalidad de demostrar la optimización de la materia prima en la producción de tablas, para lo cual se determinó el rendimiento y la proporción de madera comercial y corta que se genera en el aserrío de trozas. La producción de tablas de *Tabebuia serratifolia* (tahuari) estuvo sujeta a la atención de un pedido de un cliente (Ver Tabla 7), el cual solicitó como producto final tablas con las siguientes características:

Tabla 7: Medidas y especificaciones del producto final

Especie	Producto	Calidad	Humedad	Acabados	Medidas Solicitadas		
					Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (')
Ipe / Tahuari FSC 100 %	Tablas	#2CyM	AD	Aserrado	118	165	2' a mas
					88		
					58		
					28		
					118	116	2' a mas
					88		
					58		
					28		

Nota: El largo debe tener 2" de sobremedida

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

Se procesaron 389 trozas con un volumen rollizo de 724.198 m³, de las cuales se obtuvo la medida de los diámetros y la longitud en metros. Así mismo, el lote procesado presentó la distribución diamétrica apreciada en la Figura 2. Cabe señalar que el tiempo de

almacenamiento en el patio de trozas de este lote hasta el inicio de su producción fue de aproximadamente 8 meses (Ver Anexo 6).

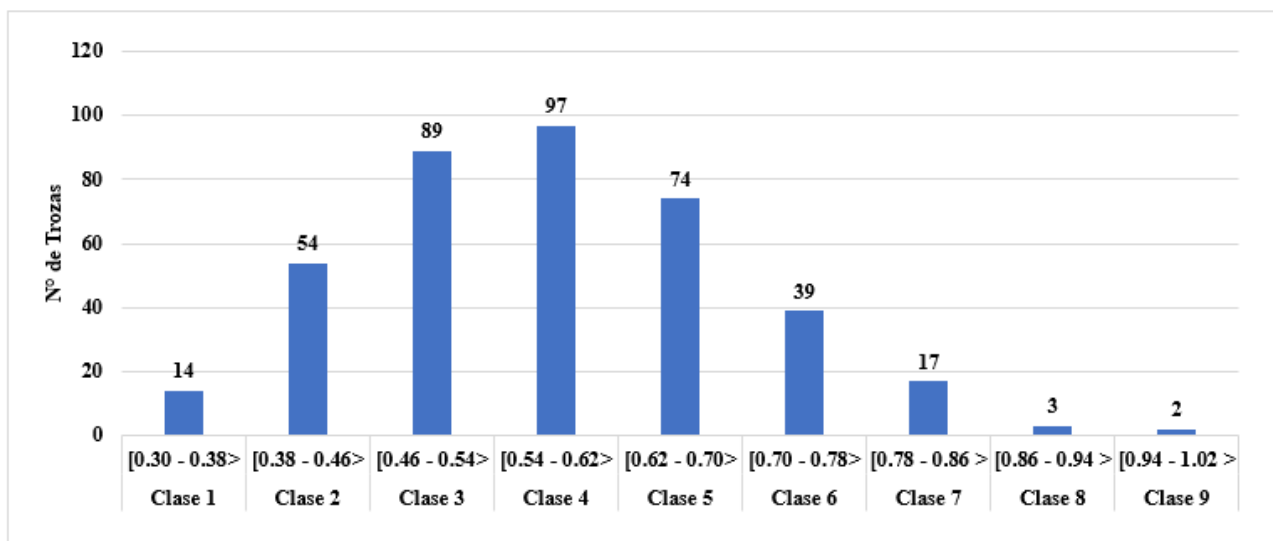


Figura 2: Clase diamétrica de trozas de tahuarí

Tabla 8: Distribución diamétrica de trozas de tahuarí

Clase	Rango (m)	Nº de Trozas	%
1	[0.30 - 0.38>	14	4%
2	[0.38 - 0.46>	54	14%
3	[0.46 - 0.54>	89	23%
4	[0.54 - 0.62>	97	25%
5	[0.62 - 0.70>	74	19%
6	[0.70 - 0.78>	39	10%
7	[0.78 - 0.86 >	17	4%
8	[0.86 - 0.94 >	3	1%
9	[0.94 - 1.02 >	2	1%
Total:		389	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se observar que el 60 por ciento del lote de trozas procesadas se encuentra distribuido entre las Clase 4 (25 por ciento), Clase 3 (23 por ciento) y Clase 5 (19 por ciento), lo cual indica que el lote procesado se encontró entre los diámetros de 0.46 m a 0.70 m.

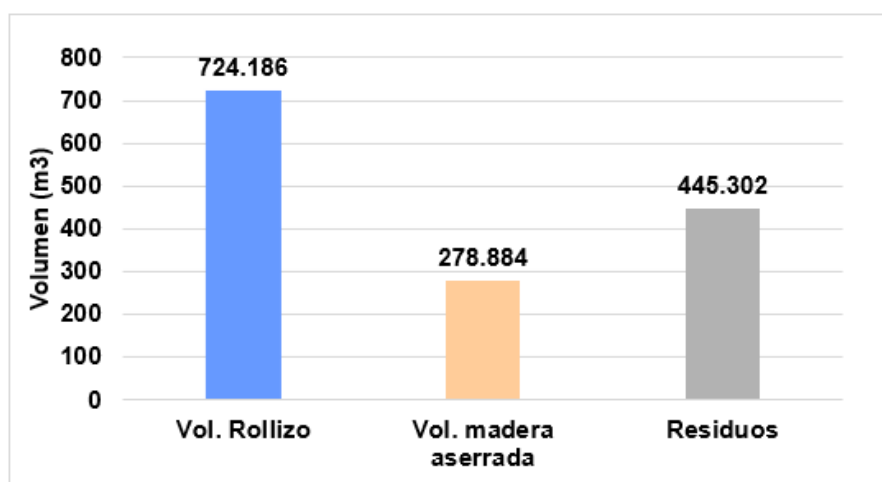


Figura 3: Volumen ingresado vs volumen producido de tahuarí

La Figura 3 muestra el balance del proceso de aserrío del tahuarí, donde se puede observar que del volumen rollizo de 724.186 m³, solo se obtiene un volumen aserrado de 278.884 m³, siendo la diferencia los residuos de aserrío como viruta, aserrín, leña, etc.

El rendimiento en el proceso de aserrío de las trozas de tahuarí fue de 38,51 por ciento, obteniendo un volumen de 118,246.66 pt de madera aserrada (Ver Tabla 9), distribuido en un 74 por ciento de madera comercial y 26 por ciento de madera corta.

Tabla 9: Resumen del proceso de aserrío de tahuarí

N° Trozas	Vol. Rollizo (m3)	Vol. Madera Aserrada (pt)				Rendimiento (%)	
		Comercial	%	Corta	%		
389	724.186	88,043.83	74%	30,202.83	26%	118,246.66	38.51%

Fuente: Elaboración propia

La madera aserrada obtenida en el proceso de aserrío se clasificó según las especificaciones solicitadas por el comprador (Ver Tabla 7), donde se obtuvo en su gran mayoría tablas con calidad de #2CyM, adicional se procedió a obtener la calidad #2C como prueba para luego reprocesar este material y obtener la calidad solicitada (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Clasificación de la madera aserrada de tahuarí

Calidad	Volumen de madera aserrada (pt)		
	Comercial	Corta	Total
#2CyM	70,887.83	30,202.83	101,090.66
#2C	17,156.00		17,156.00
Total:	88,043.83	30,202.83	118,246.66

Fuente: Elaboración propia

La madera aserrada de calidad #2C, se reprocesó en la planta Puerto Maldonado con la finalidad de obtener tablas de calidad #2CyM y optimizar el uso de la materia prima. Este reprocesamiento generó un volumen adicional de 10 674.49 pt en tablas de calidad #2CyM (Ver Tabla 11 y Tabla 12).

Tabla 11: Madera aserrada obtenida del reaserrío del lote de #2C de tahuarí

Planta Montenegro					Planta Puerto Maldonado			
Calidad	Vol. Madera Aserrada (pt)			→	Calidad	Vol. Madera Aserrada (pt)		
	Comercial	Corta	Total			Comercial	Corta	Total
#2CyM	70,887.83	30,202.83	101,090.66	Reprocesamiento	#2CyM	7,297.99	3,376.50	10,674.49
#2C	17,156.00		17,156.00		Total:	7,297.99	3,376.50	10,674.49
Total:	88,043.83	30,202.83	118,246.66					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Madera aserrada total obtenida en calidad #2CyM de tahuarí

Calidad	Vol. Madera Aserrada (pt)		
	Comercial	Corta	Total
#2CyM	78,185.82	33,579.33	111,765.15
Total:	78,185.82	33,579.33	111,765.15

Fuente: Elaboración propia

Luego, se realizó el balance del proceso de producción de tablas de tahuarí según la calidad #2CyM solicitada por el cliente y se determinó que el rendimiento según la calidad solicitada fue de 32.92 por ciento, el cual luego de la reprocesamiento mejoró a 36.4 por ciento (Ver Tabla 13).

Tabla 13: Resumen de rendimientos según calidad #2CyM de tahuarí

Nº Trozas	Vol. Rollizo (m3)	Volumen Madera Aserrada (pt)		Rendimiento (%)	
		Sin Recuperación	Con Recuperación	Sin Recuperación	Con Recuperación
389	724.186	101,090.66	111,765.15	↓ 32.92%	↑ 36.40%

Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis e interpretación de los valores obtenidos en el estudio de rendimiento en aserrío de *Tabebuia serratifolia* (tahuarí) para la obtención de tablas, se encontró que:

El lote de trozas procesadas presenta una distribución homogénea entre las clases diamétricas de 0.46 m a 0.70 m de diámetro (60 por ciento), siendo estas de diámetros similares, dando como resultado poca variación en el volumen rollizo (Ver Tabla 8 y Figura 2).

El balance del proceso de aserrío de tahuarí (Ver Figura 3), muestra que el volumen de ingreso es mucho mayor al volumen de salida, siendo la diferencia residuos como aserrín, leña, viruta, etc. Esta diferencia está influenciada por los factores que afectan el rendimiento y la productividad, estos factores se relacionan directamente con el diámetro, forma y estado sanitario de las trozas, los defectos y la dureza de la madera, la presencia de gomas, resinas y otras inclusiones y las tensiones de la madera. Así mismo, con los factores relacionados con los aserraderos como el tipo de maquinaria empleada, el programa de corte, el sistema de trabajo de la empresa y el entrenamiento industrial del personal (CNF, 1996).

El volumen total de madera aserrada obtenido fue de 118 248.99 pt, distribuido en un 74 por ciento de madera comercial y un 26 por ciento de madera corta.

El rendimiento obtenido en el aserrío de tablas de tahuarí (*Tabebuia serratifolia*) fue de 38.51 por ciento (Ver Tabla 9), lo cual significa que para producir 163.28 pt de madera aserrada se necesita 1 m³ de madera rolliza de tahuarí (Quirós *et al.*, 2005), indica que el aserrío de trozas provenientes de bosques naturales con diámetros medios de 60 cm, el rendimiento varía de 45-75 por ciento, debido a que conforme se reduce el diámetro de las trozas disminuye el rango de rendimiento. Por lo tanto, el rendimiento obtenido revela que el lote de trozas procesadas en su gran mayoría presentaron un diámetro promedio inferior a 60 cm, el cual se puede corroborar en la Figura 2.

Por otro lado, Bustamante (2010) califica el rendimiento obtenido en función de los rangos considerados como regulares, para la madera comercial entre 25-45 por ciento y madera corta entre 10-20 por ciento, teniendo en cuenta estos rangos el rendimiento obtenido en el estudio se calificaría como regular.

La madera aserrada se procedió a clasificar en dos calidades (Ver Tabla 10), y solo se reprocesó la calidad #2C (Ver Tabla 11) para optimizar el uso de la materia prima y obtener mayor cantidad de madera aserrada que la solicitada por el cliente. Resultando un rendimiento para madera aserrada en calidad #2CyM de 36.40 por (Ver Tabla 13), lo cual indica que para producir 154.33 pt de madera aserrada en calidad #2CyM se necesita 1m³ de madera rolliza de tahuarí.

En la Tabla 13, se puede observar que el rendimiento obtenido para la calidad #2CyM es de 32.92 por ciento sin haber realizado la recuperación de la madera con calidad inferior. Como se puede observar, al incluir la madera aserrada recuperada el rendimiento mejora en un 4 por ciento con respecto a la calidad solicitada y disminuye un 2 por ciento con respecto al rendimiento de aserrío obtenido inicialmente.

Se debe tener en cuenta que la madera de la especie tahuarí (*Tabebuia serratifolia*), presenta dificultad en el aserrío debido a su elevada densidad y dureza, lo cual se ve reflejado en la baja producción de madera aserrada, debido a que esta especie tiene la particularidad de acelerar el desgaste del filo de los elementos de corte (CNF, 1996). Así mismo, cabe indicar que los rendimientos en este estudio se determinaron bajo condiciones fijadas por las especificaciones del pedido de un cliente, y los criterios de clasificación de la madera aserrada empleados por la empresa.

4.2 Estudio de rendimiento en aserrío para la obtención de pisos de *Couratari guianensis* (Cachimbo)

El estudio de rendimiento del cachimbo tuvo como finalidad investigar el proceso de producción de pisos de cachimbo para su posible introducción al mercado. Así mismo se determinó el rendimiento y la proporción de madera comercial y corta generada en el aserrío de las trozas según su distribución por clases diamétricas.

En las Tablas 14 y 15 se detallan las medidas y especificaciones que se emplearon en la producción de pisos de cachimbo hasta producto final.

Tabla 14: Medidas y especificaciones de la materia prima para pisos de cachimbo

Especie	Producto	Calidad	Humedad	Acabados	Medidas Solicitadas		
					Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (')
Jequitiba / Cachimbo FSC 100%	Tablas	#2CyM	AD	Aserrado	118	165	2' a mas
					88		
					58		
					28		
					118	116	2' a mas
					88		
					58		
					28		

Nota: El largo debe tener 2" de sobremedida

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

Tabla 15: Medidas y especificaciones de los pisos de cachimbo

Especie	Producto	Calidad	Humedad	Acabados	Medidas Solicitadas		
					Espesor (mm)	Ancho (mm)	Largo (')
Jequitiba / Cachimbo FSC 100%	Pisos	A/B	AD	Aserrado	27	165	2' a mas
					27		

Nota: El largo debe tener 2" de sobremedida

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

El número de trozas procesadas fue de 141 con un volumen rollizo de 562.791 m³, de las cuales se obtuvo la medida de los diámetros y la longitud en metros. Así mismo el lote procesado presentó la distribución diamétrica apreciada en la Figura 4. Cabe indicar que el tiempo de almacenamiento en el patio de trozas de este lote hasta el inicio de su producción fue de 3 meses aproximadamente. (Ver Anexo 6)

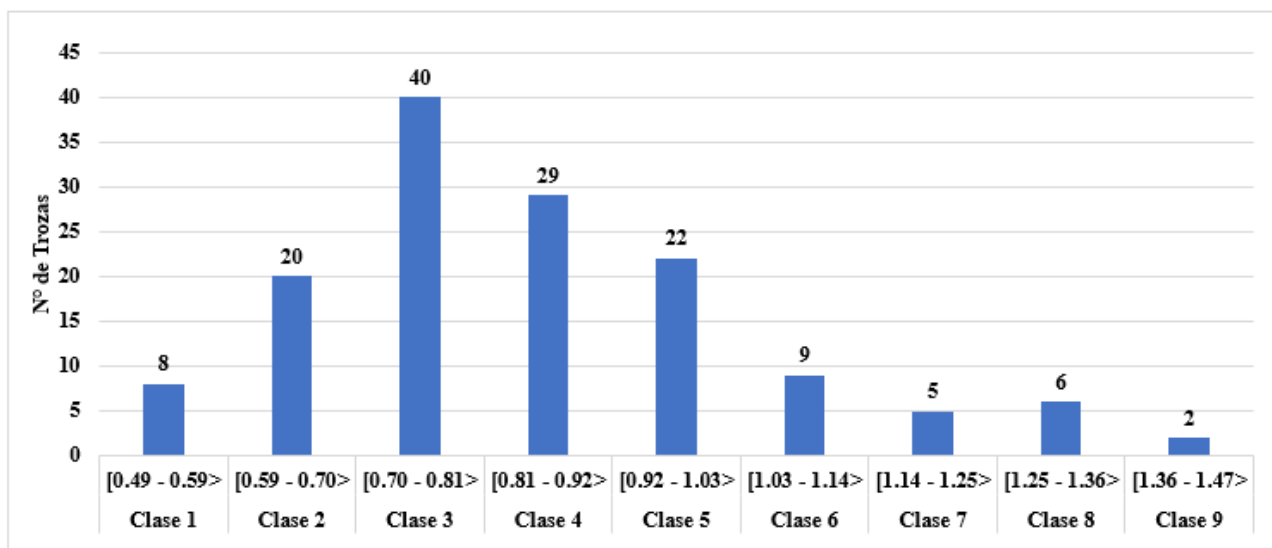


Figura 4: Clase diamétrica de trozas de cachimbo

Tabla 16: Distribución diamétrica de trozas de cachimbo

Clase	Rango (m)	Nº de Trozas	%
1	[0.49 - 0.59>	8	6%
2	[0.59 - 0.70>	20	14%
3	[0.70 - 0.81>	40	28%
4	[0.81 - 0.92>	29	21%
5	[0.92 - 1.03>	22	16%
6	[1.03 - 1.14>	9	6%
7	[1.14 - 1.25>	5	4%
8	[1.25 - 1.36>	6	4%
9	[1.36 - 1.47>	2	1%
Total:		141	100%

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

En la Tabla 16, se puede observar que el 60 por ciento de lote de trozas procesadas se encuentra entre la Clase 3 (28 por ciento), Clase 4 (21 por ciento) y Clase 5 (16 por ciento), lo cual indica que el lote se encuentra entre diámetros 0.70 m a 1.03 m.

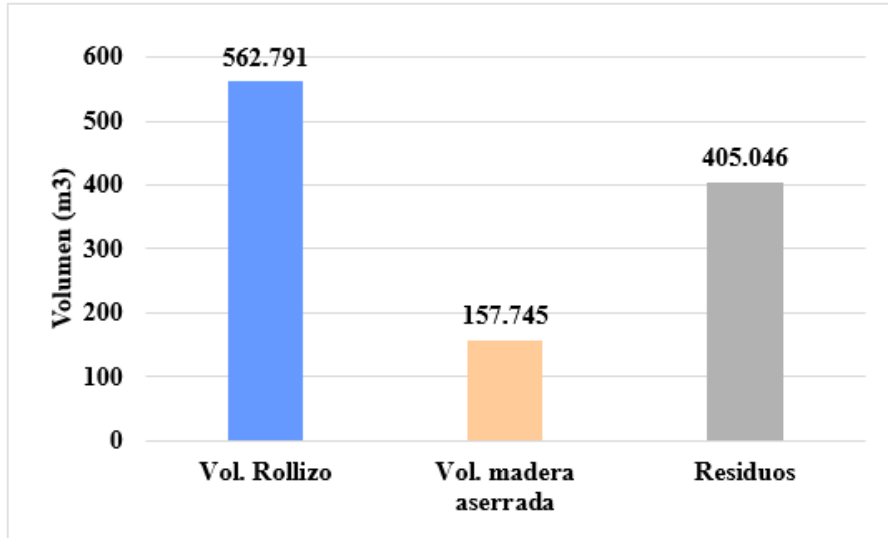


Figura 5: Volumen ingresado vs volumen producido

La Figura 5 muestra el balance del proceso de aserrío del cachimbo, donde se puede observar que del volumen rollizo de 562.791 m³, solo se obtiene un volumen aserrado de 157.745 m³, siendo la diferencia los residuos de aserrío como viruta, aserrín, leña, etc.

El rendimiento obtenido del proceso de aserrío de las trozas de cachimbo fue de 28,03 por ciento, obteniendo un total de 66 883.88 pt de madera aserrada (Ver Tabla 17), distribuido un 82 por ciento de madera comercial y 18 por ciento de madera corta.

Tabla 17: Resumen del proceso de aserrío de cachimbo

N° Trozas	Vol. Rollizo (m ³)	Vol. madera aserrada (pt)				Rendimiento (%)	
		Comercial	%	Corta	%		
141	562.791	55,178.99	82%	11,704.89	18%	66,883.88	28.03%

Fuente: Elaboración propia

El proceso de producción se realizó en dos etapas primero se aserró de troza a tabla (Ver medidas en tabla 14), buscando obtener madera de calidad A, luego se reproceso el material obtenido, logrando así obtener pisos aserrados de calidad A/B. (Ver tabla 15 y tabla 18)

Tabla 18: Madera aserrada para pisos obtenida del reaserrío

Planta Montenegro						Planta Puerto Maldonado					
Calidad	Volumen de madera aserrada (pt)					Calidad	Vol. Madera Aserrada (pt)				
	Comercial	%	Corta	%	Total		Comercial	%	Corta	%	Total
A	55,178.99	82%	11,704.89	18%	66,883.88	A/B	47,452.14	76%	15,218.31	24%	62,670.45
Total:	55,178.99		11,704.89		66,883.88	Total:	47,452.14		15,218.31		62,670.45

Fuente: Elaboración propia

Mediante el balance del proceso de producción desde troza a pisos de cachimbo, se determinó que el rendimiento de troza a tabla fue de 28.03 por ciento y troza a piso aserrado fue de 26.26 por ciento, lo cual indica que para producir 111 pt de pisos de cachimbo se necesita 1 m³ de volumen rollizo aproximadamente (Ver Tabla 19).

Tabla 19: Resumen de rendimientos de trozas a pisos

	Trozas	Tablas	Pisos
Volumen rollizo (m3):	562.791	157.75	147.81
N°de Trozas:	141		
Volumen aserrado (pt):		66,883.88	62,670.45
Rendimiento (%):		28.03%	26.26%
Rendimiento (pt aserrados - AD /m3 rollizo):		119	111

Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis e interpretación de los valores obtenidos en el estudio de rendimiento en aserrío de *Couratari guianensis* (cachimbo) para la obtención de pisos, se encontró que:

El lote de trozas procesadas presento una distribución homogénea entre las clases diamétricas de 0.70 m a 1.03 m de diámetro (60 por ciento), siendo estas de diámetros

similares, dando como resultado poca variación en el volumen rollizo (Ver Tabla 16 y Figura 4).

El balance del proceso de aserrío del cachimbo (Ver Figura 5), muestra que el volumen de ingreso es mucho mayor al volumen de salida, siendo la diferencia residuos como aserrín, leña, viruta, etc., Moraes (2013) señala que el rendimiento de madera aserrada aumenta según aumenta el diámetro de los troncos, siempre y cuando estas se encuentren en buen estado.

El volumen total de madera aserrada obtenido fue de 66 883,38 pt, distribuido en un 82 por ciento de madera comercial y un 18 por ciento de madera corta.

El rendimiento obtenido en el aserrío de tablas para la producción de pisos de cachimbo (*Couratari guianensis*) fue de 28.03 por ciento (Ver Tabla 17), el cual significa que la producción de 118.84 pt de tablas para pisos requiere 1m³ de madera rolliza (Quirós *et al.*, 2005), precisa que el aserrio de trozas provenientes de bosques naturales con diámetros medios de 60 cm, el rendimiento varía de 45-75 por ciento, debido a que conforme se reduce el diámetro de las trozas disminuye el rango de rendimiento. Tomando en cuenta el valor del rendimiento obtenido, con respecto a lo mencionado por Quiros, indicaría que el lote de trozas procesadas en su gran mayoría presentaron un diámetro promedio inferior a 60 cm, pero en la Figura 4 se observa que el diámetro promedio fue superior a 60 cm, lo cual revelaría que otros factores influenciaron para que el rendimiento disminuyera.

Por otro lado, de acuerdo con los rangos de rendimiento de Bustamante (2010) citados anteriormente, el rendimiento obtenido se calificaría como bajo. Cabe mencionar que la baja resistencia de esta especie al ataque de insectos y hongos, afecta significativamente en la disminución de la producción de madera aserrada, por lo que el tiempo de almacenamiento de esta especie de aproximadamente 3 meses en el patio de trozas, puede considerarse un posible factor de influencia en el bajo rendimiento.

Las tablas para la producción de pisos de cachimbo fueron clasificadas en calidad A, para luego pasar al proceso de reaserrio, por el cual se habilitaron según las dimensiones del producto y calidad solicitadas (Ver Tablas 15 y 18), determinándose un rendimiento de troza

a piso de 26.26 por ciento, lo cual indica que para producir 111 pt de pisos de cachimbo según las especificaciones solicitadas se necesita 1 m³ de madera rolliza de cachimbo.

En la Tabla 19, el resumen de los rendimientos obtenidos a lo largo del proceso de producción de los pisos de cachimbo permite observar que los valores de rendimientos obtenidos , varían de mayor a menor según la madera va transformándose en el producto final.

Se debe tener en cuenta que la madera de cachimbo (*Couratari guianensis*) , presenta baja resistencia al ataque de organismos xilofagos y hongos, estos últimos tienden a machar la madera, por ello se recomienda fumigar la madera aserrada a lo largo del proceso de elaboración de los productos.

Así mismo, cabe recalcar que los rendimientos en este estudio también se determinaron bajo condiciones fijadas por las especificaciones del producto, y los criterios de clasificación empleados por la empresa, motivo por el cual estos indicadores permitirán la planificación de la producción de esta especie en función al producto pisos.

V. CONCLUSIONES

El rendimiento en aserrío de tahuarí fue calificado como regular, siendo afectado por las características propias de la especie y la clasificación de la madera aserrada empleada por la empresa en el proceso de producción.

El rendimiento en aserrío del cachimbo fue calificado como bajo, siendo afectado por el tiempo de almacenamiento en el patio de trozas debido a la susceptibilidad de la especie al ataque de insectos y hongos, así como por la clasificación de la madera aserrada empleada por la empresa en el proceso de producción.

El incremento de la calidad y cantidad en los productos finales de venta bajos los estándares de calidad empleados por la empresa, permitió establecer indicadores para la planificación de la producción.

VI. REFERENCIAS

- Aguilar, C., & Sanhueza, R. (2003). Caracterización y Estandarización de productos, procesos y equipos en la Industria del aserrío. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener los títulos de Ingeniero Civil. Concepción, Chile: Universidad del Bío Bío. Recuperado de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2026/2/Sanhueza_Bravo_Rodriggo_Alejandro.pdf
- Angulo, W., & Reyes, P. (2015). Calidad de sitio de cuatro especies forestales comerciales establecidas en el suelo degradado en el ámbito del bosque Alexander Von Humboldt. Pucallpa. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/478>
- Bustamante, N. (2010). Aserrío y trabajabilidad de la madera. Guía de prácticas del curso aserrado de la madera. Lima, Perú: Facultad de Ciencias Forestales - UNALM.
- Cámara Nacional Forestal (CNF). (1996). Utilización Industrial de nuevas especies forestales en el Perú. Informe final, I(37/38), Rev.3. Lima, Perú: Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Obtenido de <http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD37%2088/pd-37-88%20s.pdf>
- Cassens, D., & Serrano, J. (2006). Control de calidad en compras de madera: clasificación de las maderas duras. *Revista Forestal Kurú*, 3(7), 1-13. Recuperado de <https://vdocuments.es/reader/full/control-de-calidad-en-compras-de-madera-clasificacion-de-las->
- Chávez, A., & Guillén, A. (1997). Estudio de rendimiento, tiempo y movimiento en el aserrío. Manual Práctico. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto - BOLFOR. Recuperado de https://rmportal.net/library/content/Forestry_Silviculture_CBNRM/documentos-

bolfor/documentos-tecnicos/estudio-de-rendimiento-tiempos-y-movimientos-en-el-aserrio-manual-practico-diciembre-1997/at_download/file#:~:text=Un%20estudio%20de%20rendimiento%2C%20

Confederación Peruana de la Madera (CPM). (2008). Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Lima, Perú: CITE Madera. Recuperado de <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/125.pdf>

Del Castillo, J. (2018). Rendimiento y eficiencia en el aserrado de la madera de *Calycophyllum spruceanum* Benth Hook "capirona" en Industrias MADEX E.I.R.L. Tesis de pregrado. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5438>

Flores, Y. (2010). Fichas para la identificación de 08 especies forestales de la Región Ucayali. 15-17. Pucallpa, Perú : INIA. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/50/1/Flores-Fichas_para_identificacion_especies.pdf

Guevara, L., Reyes, P., & Bocanegra, L. (1993). Evaluación de residuos de aserrío. *Folia Amazonica*, 5(1-2), 191- 201. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v5i1-2.241>

Huarcaya, D. (2011). Rendimiento en aserrío de *Myroxylon balsamun* y *Dipteryx micrantha* Harms - Iñapari, Madre de Dios. Tesis de pregrado. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2598>

Huaycama, W. (2019). Rendimiento y costos de producción en la transformación de madera rolliza a madera aserrada de la especie yacushapana (*Terminalia oblonga*) en el aserradero Corporación Industrial Forestal SAC. Tesis de pregrado. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/6191>

- Instituto Nacional de Bosques (INAB). (2016). Estudio de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala. 011. Guatemala: ITTO. Recuperado de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3090/Technical/Guia%20rendimientos.pdf
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (2008). Resolución Jefatural N° 159 - 2008-. Lima, Perú. Recuperado el 12 de octubre 2020, de [https://www.serfor.gob.pe/pdf/normatividad/2008/resojefa/RJ%20N%C3%82%C2%B0%20248%20159-2008-INRENA\(%20reconocer%20comisi%C3%83%C2%B3n%20interinstitucional%20para%20Estudios%20de%20Rendimiento%20de%20.pdf](https://www.serfor.gob.pe/pdf/normatividad/2008/resojefa/RJ%20N%C3%82%C2%B0%20248%20159-2008-INRENA(%20reconocer%20comisi%C3%83%C2%B3n%20interinstitucional%20para%20Estudios%20de%20Rendimiento%20de%20.pdf)
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (24 de setiembre 2020). Informações sobre madeiras [web, en línea]. Recuperado de http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/3.htm
- Kahn, H. (2014). Influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de madera de la especie *Manilkara bidentata* (quinilla), para la obtención de tablillas y decking en la empresa Forestal Rio Piedras S.A.C. Tesis de pregrado. Puerto Maldonado, Perú: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Recuperado de <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/105>
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2015). Industria de la madera : Estudio de investigación sectorial. Lima, Perú. Obtenido de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/oee-documentos-publicaciones/documentos-de-trabajo/item/792-industria-de-la-madera>
- Moraes, R. (2013). Diagnóstico de una serraria de pequeno porte de Eucalyptus spp. No Estado do Mato Grosso do Sul. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná. Recuperado de <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45645/REGIS%20MORAES%20DE%20SOUZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Párraga, R. (2006). Difusión y capacitación de las reglas de la National Hardwood Lumber Association (NHLA) en la Subregión Andina. Tesis de pregrado. Lima, Perú:

Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/409>

Pastor, G., & Limache, A. (1999). Efecto del diámetro y longitud de la estaca de *Tabebuia serratifolia* en dos sistemas de propagación. *Revista Forestal de Ucayali*, 1(1), 11-18. Recuperado de <http://revistas.unu.edu.pe/index.php/revista-forestal/article/view/24>

Quirós, R. (1990). Optimización del proceso de aserrío en maderas de cortas dimensiones en el Pacífico Seco. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronomico Tropical de Investigación y enseñanza. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/5381>

Quirós, R., Chinchilla, O., & Gómez, M. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía Costarricense*, 29(2), 7-15. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/436/43629201.pdf>

Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C., & Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, Perú: Tarea Gráfica Educativa. Recuperado de <http://cdc.lamolina.edu.pe/treediversity/ARBOLES%20UTILES%20de%20la%20amazonia.htm>

Ruiz, J. (2018). Evaluación del rendimiento por grados de calidad de madera aserrada de las especies “andiroba” *Carapa guianensis* Aubl y “marupa” *Simarouba amara* Aubl en la empresa inversiones La Oroza S.R.L procedente de un bosque forestal certificado, Loreto - 2015. Tesis de pregrado. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5298>

Sanabria, C., & Serrano, R. (1993). Rendimiento en aserrío y posibilidades de uso industrial de las trozas del primer raleo de una plantación de laurel (*Cordia allidora* Ruiz &

Pavon Oken). *Tecnología en Marcha*, 12(2), 37-42. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5691690>

Silva, J. (2006). Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México, tomo I. Jalisco, Mexico : Comisión Nacional Forestal. Recuperado de http://centro.paot.org.mx/documentos/conafor/catalogo_maderas.pdf

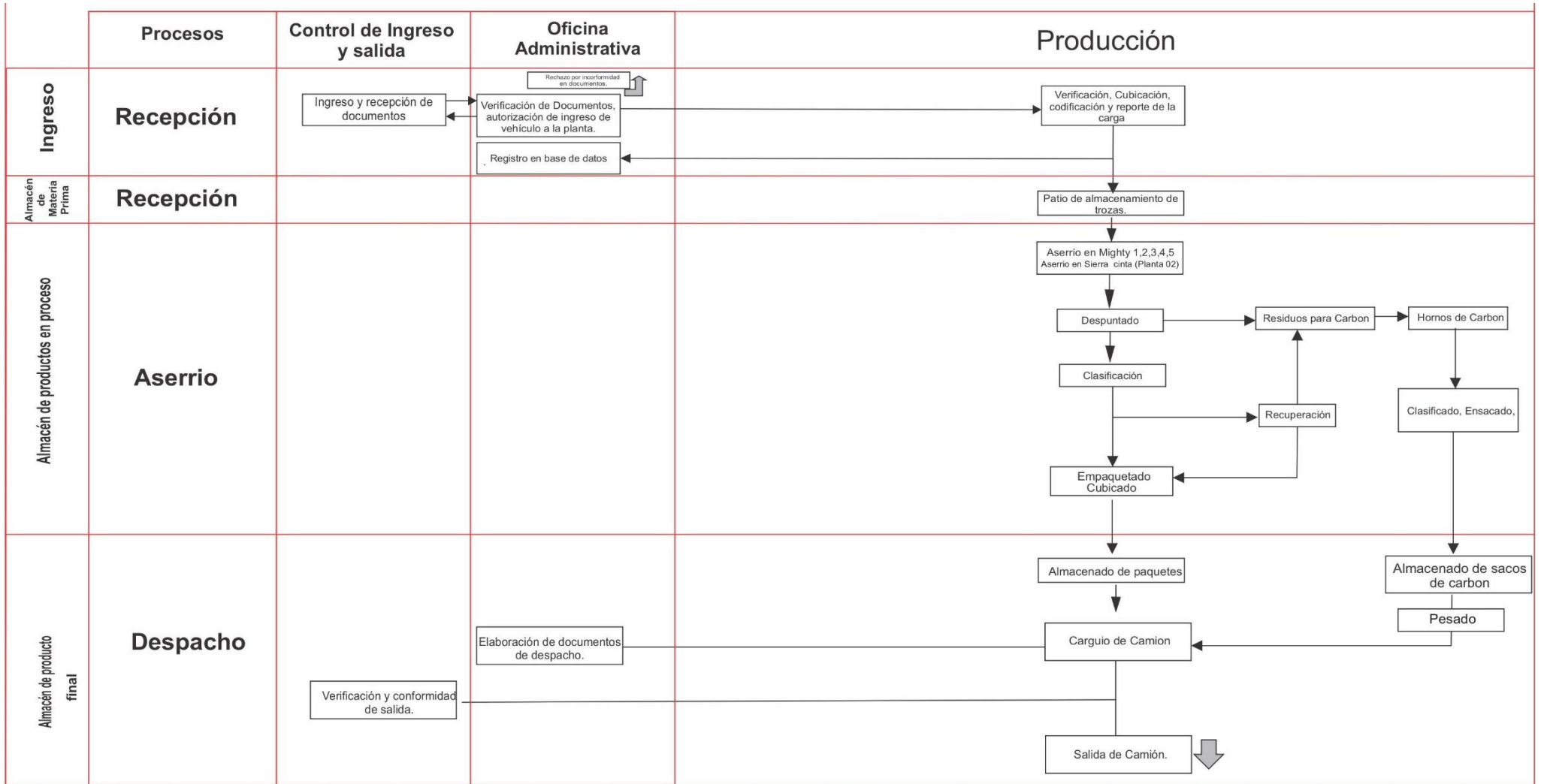
Vasquez, G. (2014). Rendimiento por grados de calidad en el aserrío de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en aserradero AFRESAC- 2013. Tesis de pregrado. Iquitos, Perú : Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3589>

Zapana, C. (2018). Rendimiento en aserrío de tres especies maderables para la obtención de tablillas y decking en Tahuamanu - Madre de Dios. Tesis de pregrado. Huancayo, Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5425>

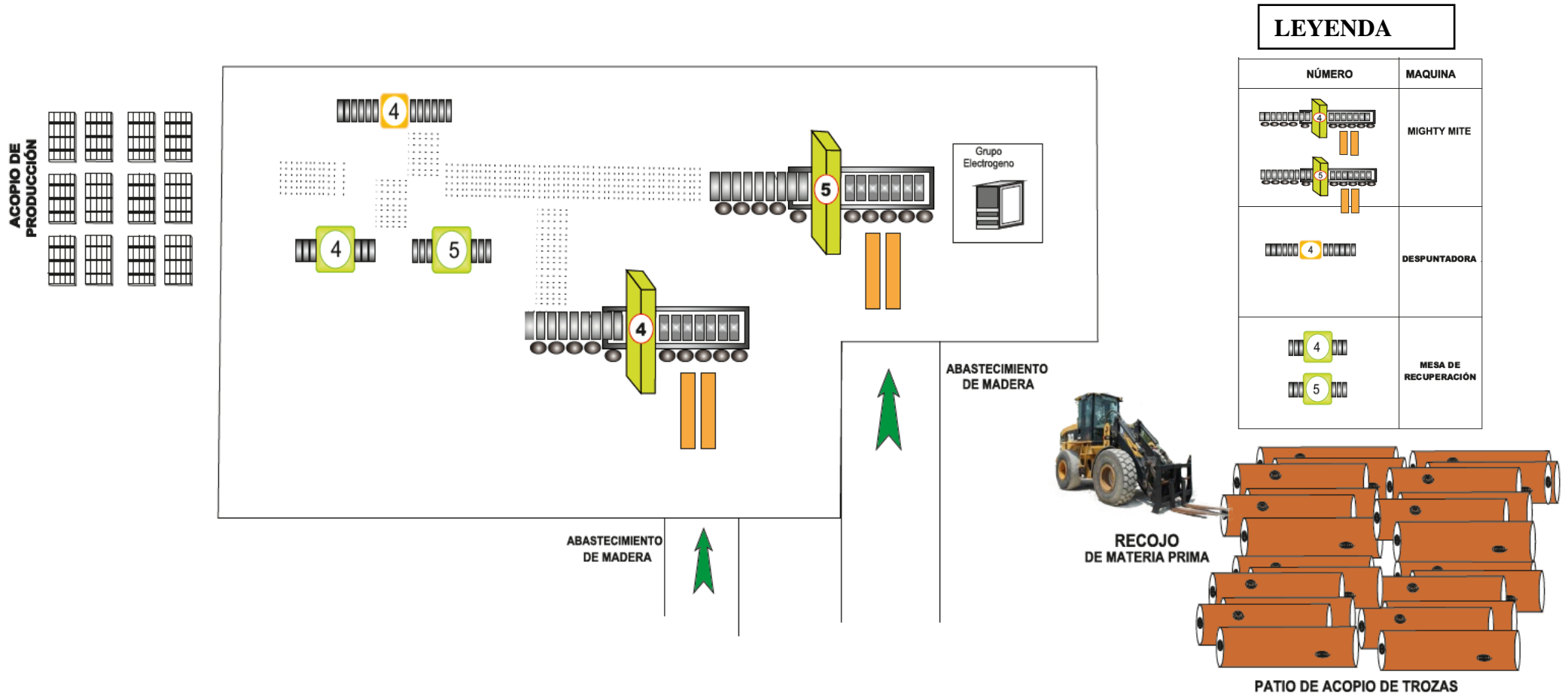
Zavala, D., & Hernández, R. (2000). Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. *Madera y Bosques*, 6(2), 41-55. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/617/61760204.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Flujo de producción de la Planta Montenegro



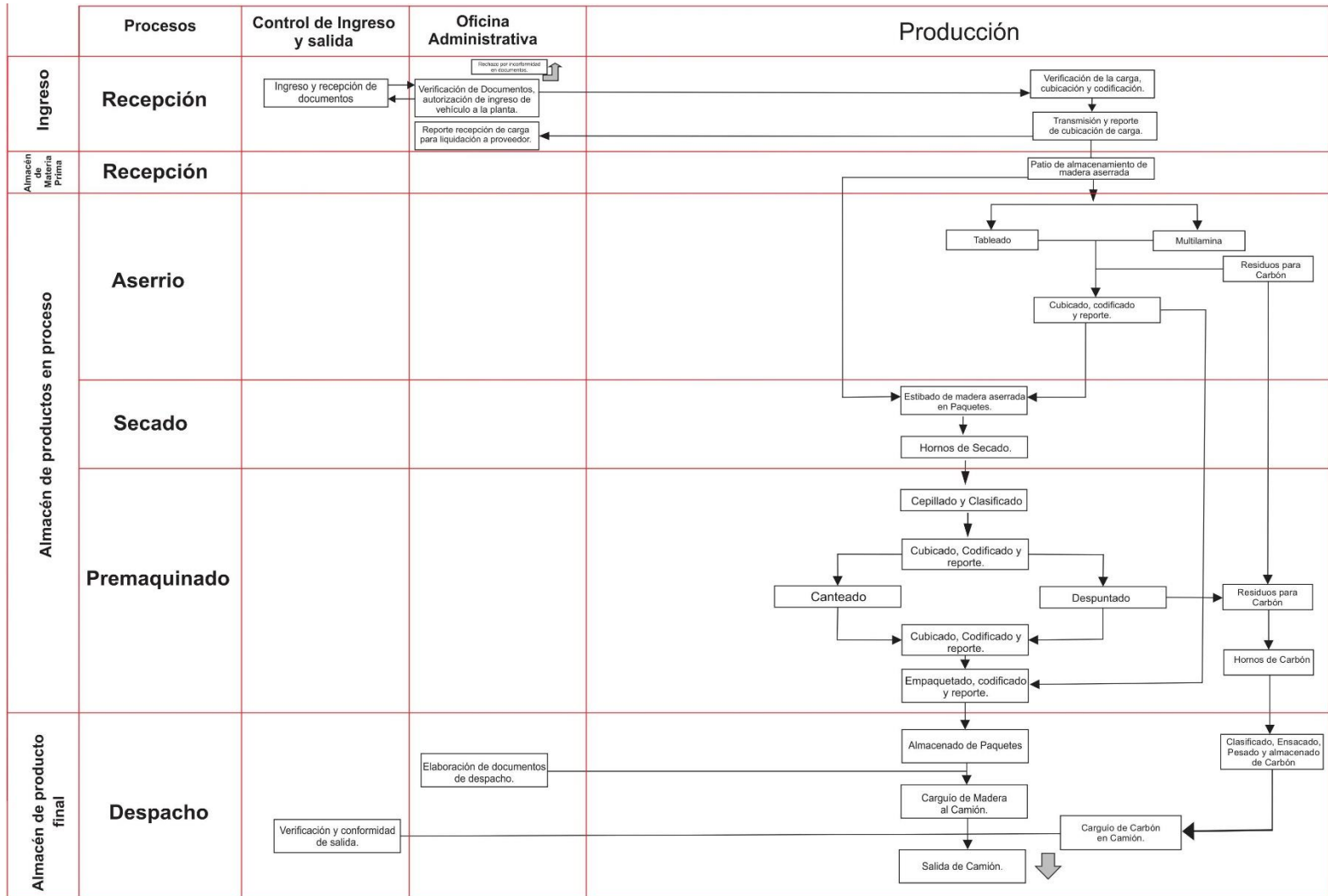
Anexo 2: Diagrama del flujo de producción planta 03 en Montenegro



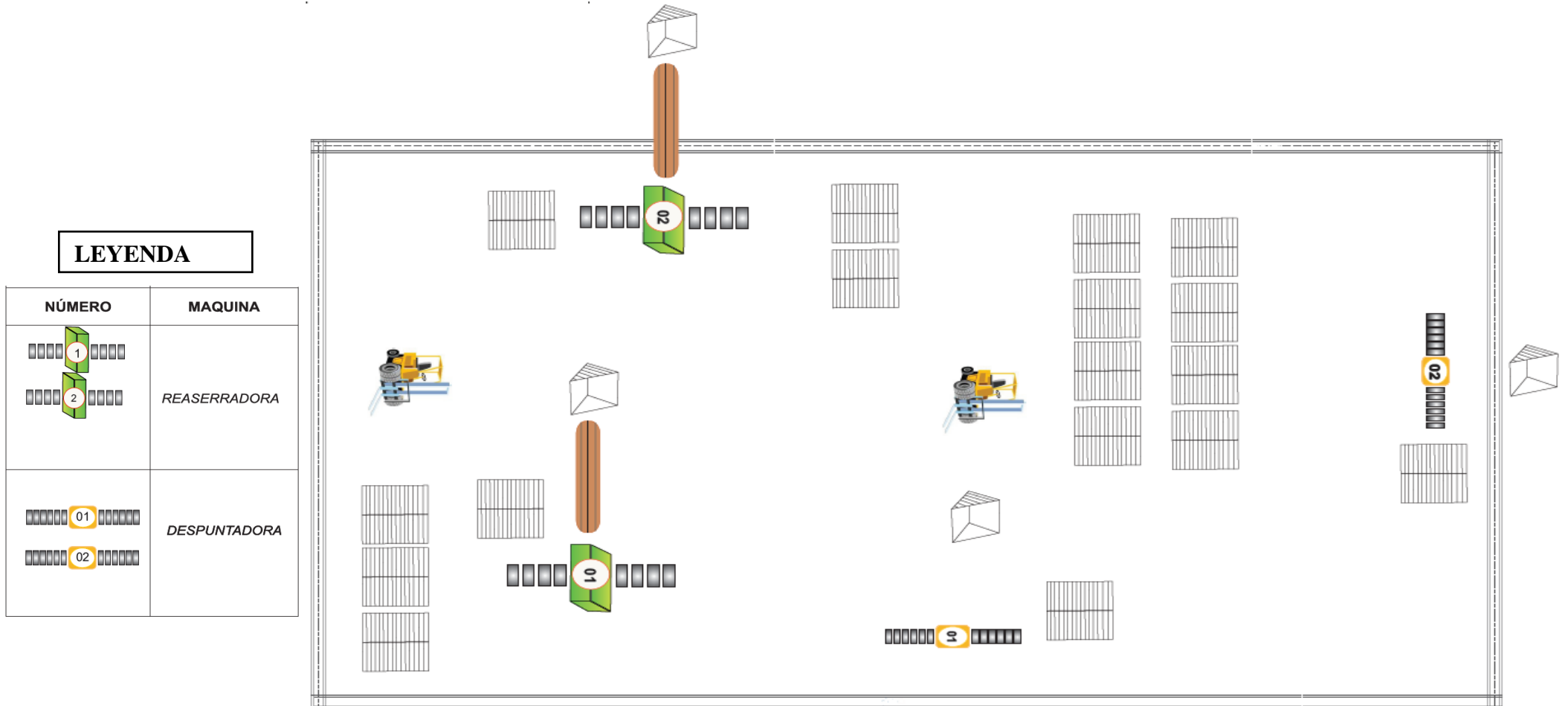
LEYENDA

NÚMERO	MAQUINA
	MIGHTY MITE
	DESPUNTADORA
	MESA DE RECUPERACIÓN


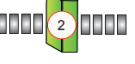


Anexo 3: Flujo de producción de la Planta Puerto Maldonado



Anexo 4: Diagrama del flujo del reaserrío en Puerto Maldonado



LEYENDA

NÚMERO	MAQUINA
 	REASERRADORA
 	DESPUNTADORA

Anexo 5: Criterios de clasificación de madera aserrada en la empresa

Calidad	Descripción
Sel y Mejor	En la Cara no se aceptan nudos abiertos, albura, picaduras, rajaduras, grietas. Se puede recibir 1 o 2 nudos cerrados dependiendo del ancho y largo de la tabla; 01 hueco de barreno que no exceda más de los 3mm. Y la trascara como mínimo debe rendir una # 1 Común.
#1 Común	En la Cara no se acepta rajaduras, grietas, estrías. Se acepta 3 o 4 nudos cerrados dependiendo del ancho y largo de la tabla; 03 hueco de barreno que no exceda más de los 3mm, albura 1/3 del largo por 1" en el ancho. Y la trascara como mínimo debe rendir una # 2 Común.
#1 C y M	Madera estructuralmente sana. No se acepta albura en caras ni cantos, picaduras, nudos abiertos, manchas, bicoloraciones, etc. Mín. 85% de Selecta y Mejor, y máx. un 15% de # 1 Común.
#2 Común	Madera estructuralmente sana En la Cara no se acepta rajaduras. Se acepta máximo 5 nudos cerrados/abiertos dependiendo del ancho y largo de la tabla; 06 hueco de barreno que no exceda más de los 3mm, albura 1/3 del largo por 1" en el ancho.
#2 C y M	Madera estructuralmente sana, sin rajaduras, se acepta alguna arista con albura (que no tenga picaduras). Mín. 40% de Selecta y Mejor, mín. 30% de # 1 Común; máx. 30% de # 2 Común
A	Cara y dos cantos libres de defectos. En la trascara se acepta 2-3 picaduras de alfiler, 2-3 huecos de barreno que no exceda los 3mm, pinta blanca, albura que no exceda 1/3 de la medida hacia la cara mala, manchas leves, bicoloraciones leves, no se aceptan problemas estructurales como rajaduras, nudos abiertos, etc.
B	Se acepta 1 huecos de barreno que no excedan de los 3mm, albura sana, bicoloraciones, pintas blancas. No se acepta rajaduras, nudos abiertos, ni faltantes de medida.
A/B	Mín. 80% de "A" y máx. 20% de "B"

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C

Anexo 6: Rango de tiempo de almacenamiento de trozas

Especie	Ingreso al patio de trozas		Consumo de trozas	
	Mes de Ingreso	Fecha de Ingreso	Mes de Consumo	Fecha de Consumo
<i>Tahuari</i> <i>FSC 100 %</i>	Inicio: <i>Julio-2019</i>	13/07/2019	Inicio: <i>Febrero-2020</i>	28/02/2020
	Fin: <i>Setiembre-2019</i>	16/09/2019	Fin: <i>Marzo-2020</i>	27/03/2020
	Nº de días en Planta : <u>230</u> (8 meses)			
<i>Cachimbo</i> <i>FSC 100%</i>	Inicio: <i>Agosto-2019</i>	29/08/2019	Inicio: <i>Noviembre-2019</i>	21/11/2019
	Fin: <i>Setiembre-2019</i>	25/09/2019	Fin: <i>Noviembre-2019</i>	29/11/2019
	Nº de días en Planta : <u>84</u> (3 meses)			

Fuente: Forestal Otorongo S.A.C