

## INTRODUCCIÓN

La madera aserrada es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal. El estudio del procesamiento de la madera en troza resultante en madera aserrada y su calidad obtenida, son importantes para determinar la rentabilidad de la operación.

La industria de elaboración primaria de la madera a escala mundial se encuentra en la actualidad frente el reto de mejorar el nivel de calidad de los productos y procesos, ya que la madera continúa siendo un producto muy apreciado, no solo por sus características que la hacen insustituible para algunos usos, sino también por su carácter de producto multipropósito y que se obtiene de fuentes de materia prima renovable, lo cual unido con los cambios experimentados en la tecnología de los productos forestales y la tendencia de tratar de satisfacer las necesidades de una población creciente, la exactitud en la determinación de los volúmenes de madera y un mejor rendimiento y calidad en los aserraderos es una estrategia fundamental para complementar lo antes expuesto. (Álvarez et al, 2003)

De acuerdo a los estudios de rendimiento de aserrío de trozas a madera simplemente aserrada, que se realizaron en empresas privadas desarrollados en los departamentos de Beni, Pando y Santa Cruz, brindan como resultado, un rendimiento industrial de producción del 40 % considerando diversas especies comerciales.

En relación a los datos obtenidos de estos estudios la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras (ABT) emitió una Resolución Administrativa vigente hasta la fecha (N° 253/2012), donde procede a tomar como valor referencial el 40% de rendimiento industrial para toda las especies comerciales en todos los aserraderos del país.

En este sentido, a través del presente trabajo se pretende determinar los aspectos más relevantes que caracterizan la problemática del rendimiento que permitan mejorar la producción en forma legal y sostenible.

## JUSTIFICACIÓN

La madera aserrada es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal tanto para exportación y abastecimiento interno.

El rendimiento de madera aserrada se define como la proporción de madera en escuadría que resulta al aserrar una unidad de volumen de trozas, lo cual se le conoce como coeficiente de aserrío o coeficiente de aprovechamiento;(Ferreira *etal.*, 2004), citado por (Gonzales, 2008). El volumen de madera aserrada puede ser afectado por el tipo y tamaño del equipo de aserrío, las especies, las técnicas utilizadas, la destreza y capacitación de los operarios responsables del proceso. (Rocha y Tomaselli, 2001)

Para optimizar los procesos de aserrío ejecutados por los operadores del aserradero se hace indispensable realizar un estudio de rendimiento, cantidad y calidad de madera aserrada, para definir donde se encuentran las dificultades y cuáles son los factores que obstaculizan la obtención de madera aserrada con menores costos y mejor calidad.

Dentro de la empresa no se cuenta con datos recientes de porcentaje de aserrío para la especie de interés. Por tal motivo el presente trabajo tiene la visión de contribuir hacia el camino de la investigación para mejorar la eficiencia en las operaciones de aserrío, estableciendo mejores rendimientos de madera que permitan evaluar y planificar el aprovechamiento de las especie Chari (*Parapiptadenia excelsa*).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el rendimiento de aserrío de la especie Chari (*Parapiptadenia excelsa*), en proceso de transformación de madera en estado de rola a madera simplemente aserrada.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el porcentaje de madera aserrada a obtener a partir de rolas con la fórmula de Smalian que está establecida por la norma técnica.
- Determinar el rendimiento de aserrío de la rolas tomando la clasificación de la madera aserrada en madera corta, larga y según su calidad.
- Verificar si los porcentajes establecidos por la Resolución Administrativa (N° 253/2012) se cumple.

### **HIPÓTESIS.**

La determinación del rendimiento de aserrío de la especie Chari (*Parapiptadenia excelsa*), nos permitirá conocer el coeficiente de aserrío según la Resolución Administrativa (N° 253/2012) emitido por Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras (ABT)

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1. ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE ASERRÍO**

Se entiende como estudio de rendimiento, a la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtienen de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. BOLFORD (Doc. Técnico 62/1997)

#### **1.2. INDUSTRIA DE LA MADERA ASERRADA**

La industria de la madera aserrada, empezó con la turbina de agua como fuente de energía y posteriormente pasó a funcionar a base de vapor, durante ésta época las características más sobresalientes de la industria maderera fueron de carácter migratorio, donde los aserraderos operaban en una región hasta que se agotaba la existencia de bosque virgen y luego se movilizaban a nuevas áreas de bosque virgen. (Brown C. N.- Bethel J. S. 1994)

En la historia de la producción maderera se lograron grandes avances en los procesos de elaboración, que se utilizan para convertir las trozas en madera aserrada. Es así, que aquellas operaciones primitivas de producir madera fueron eliminadas con el avance de la tecnología, con la llegada del moderno aserrado de alta velocidad, los cuales hoy en día nos permiten acelerar la producción y economizar los costos de operación. (Brown C. N.- Bethel J. S. 1994)

Los tipos de aserraderos más comunes en uso son de sierra cinta apta para maderas finas y el de sierra circular para maderas duras y de construcción en general. En cuanto a la ubicación de los aserraderos están instaladas a distancias y acceso al bosque por lo que el transporte de las trozas hasta los centros urbanos, se elevan considerablemente los costos. (Romero M. A. 1991)

### 1.3. LA INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN AMÉRICA LATINA

En América Latina tenemos alrededor de 1500 aserraderos, de los cuales el 80% se encuentra en Brasil. Es muy difícil hacer una descripción de la industria del aserrío, ya que hay grandes diferencias, pero en general se puede decir que predominan los aserraderos pequeños, con poca potencia y producción baja.

Los países Latinoamericanos, con algunas excepciones, tienden a organizar una planificación y programación de la industria del aserrío; en cuanto a capacitación del personal, jefes de grupos y operarios calificados, se nota una grave carencia (Seminario de la FAO Finlandia; citado por. (Portal)

### 1.4. LA MADERA

La madera es un material duro y resistente es un conjunto de tejidos del xilema que forman el tronco, raíces y ramas de los vegetales leñosos, este material se obtiene de la parte del tronco que está debajo de la corteza. Durante muchos años, la madera se ha utilizado como combustible y material de construcción, ya que se obtiene de árboles que presentan una estructura fibrilar. (Tuset, R. y Duran F. 1994)

La madera propiamente es de color claro, constituida por una banda angosta fisiológicamente activa que cumple la función de transporte de la sabia bruta. La otra parte es un tejido fisiológicamente muerto, donde se acumulan sustancias de reserva y de sostén. (Tuset, R. y Duran F. 1994)

### 1.5. DUREZA DE LA MADERA

Según su dureza, la madera se clasifica en:

**Maderas duras:** son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, por lo que son más densas y soportan mejor las inclemencias del tiempo si se encuentran a la intemperie. Estas maderas proceden de árboles de hoja caduca, que tardan décadas e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. (Ávila, 2011)

Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son mucho más atractivas para construir muebles con ellas. También son muy empleadas para realizar tallas de madera o todo producto en el cual las maderas macizas de calidad son necesarias. (Ávila, 2011)

**Maderas blandas:** el término madera blanda es una denominación genérica que sirve para englobar a la madera de los árboles pertenecientes al orden de las coníferas. La gran ventaja que tienen respecto a las maderas duras procedentes de especies de hoja caduca con un periodo de crecimiento mucho más largo, es su ligereza y su precio mucho menor. Este tipo de madera no tiene una vida tan larga como las duras, pero puede ser empleada para trabajos específicos. Por ejemplo, la madera de cedro rojo tiene repelentes naturales contra plagas de insectos y hongos, de modo que es casi inmune a la putrefacción y a la descomposición, por lo que es muy utilizada en exteriores. (Ávila, 2011)

La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas. Además, la carencia de vetado de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla. (Ávila, 2011)

### **1.5.1. MADERA Y EL CORTE**

La madera es un material notablemente fibroso, constituido por elementos de formas, orientación, distribución, funciones y resistencia diferentes; es un material heterogéneo, con variabilidad en cada árbol y entre especies. El corte, por lo tanto implica vencer la resistencia de la madera por medio de filos y caras de tres elementos cortantes denominados aristas de corte, que permiten arrancar material en forma de viruta. (QUINTANAR, O. J. 2002)

#### **1.5.1.1. SISTEMA DEL ASIERRE**

Se entiende por sistema de asierre a la secuencia de cortes y volteos que se aplican a la troza en la sierra banda principal. Su objetivo es maximizar la calidad de las piezas de madera aserrada. (Tomaselli, 2001)

a) **Sistema de asierre tangencial o en cuatro caras**

El sistema de asierre en cuatro caras consiste en ir volteando la troza en el carro para seleccionar los cortes más adecuados, buscando generalmente la obtención de piezas libres de defectos y la maximización del volumen de tablas obtenido por troza. (Quintanar, 2002).

b) **Sistema de asierre radial o en cuartos**

Se establece que el asierre en cuartos se efectúa cuando se desea obtener la mayor cantidad posible de tablas con corte radial. Consiste en cortar la troza en cuatro partes, partiendo del centro, para posteriormente trabajar con cada una de las cuatro secciones resultantes. Según (Béjar *et al* 1986), este sistema contempla un mayor tiempo de procesamiento, y ocasiona un porcentaje de desperdicios mayor que en otros sistemas de asierre, sin embargo, para el caso de maderas duras permite obtener piezas con menor incidencia de defectos. (Quintanar, 2002),

## **1.6. TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA**

La forma más simple de industrializar la madera a partir de la troza, es su aserrado mediante gran variedad de máquinas y herramientas que pueden ser desde manual hasta los aserríos sumamente automatizados, capaces de producir 250 m<sup>3</sup> de madera aserrada. (Zabala, 1991)

El desarrollo de este sector está influenciado directamente por la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos, además influirán de manera determinante los efectos del hombre sobre el medio ambiente. (Zabala, 1991)

(Egas, 1998), expresa que estas tendencias tienen importantes consecuencias 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, basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose fundamentalmente en la habilidad del personal técnico del aserradero y en las características de la materia prima.

### **a) Transformación Primaria de la Madera**

Se define el aserrado como el primer procesamiento industrial al que se somete a las trozas de madera, para el aprovechamiento óptimo, mediante máquinas de corte (la sierra de cinta, circular o las portátiles) y técnicas que tienden a obtener el mayor volumen de madera aserrada con la más alta calidad posible. (Sebille, 2006)

### **b) Transformación Secundaria**

Se trata del comportamiento de la madera cuando es procesada con el ingenio humano en forma manual y/o mecanizada, con la finalidad de obtener un producto con valor agregado de madera cuantitativa y cualitativamente apta para ser utilizada.

(Lopez, J., 1993), define como la transformación secundaria o recorte de los cantos de los tablones, para habilitar la madera en función a las dimensiones reales o finales de las piezas para un uso industrial predeterminado.

## **1.7. ASERRÍO**

El aserrío, es un proceso mediante el cual se convierte la madera en troza a tablas, tablones, vigas y durmientes, utilizando maquinaria, equipo, recurso humano, fuentes de energía y dinero. (García R.J.L., 2001),

(Zamudio, 1986), afirma que el proceso de aserrío tiene las siguientes etapas básicas, variando los procesos según el equipo, las especies de madera, productos y el grado de mecanización que se pretenda obtener:

### **1.7.1. COEFICIENTE DE ASERRÍO**

El coeficiente de aserrío, se define como la forma matemática de conocer la capacidad real de producción en términos de porcentaje; este coeficiente determina el volumen del valor de la madera aserrada de medidas comerciales obtenidas a partir de un determinado volumen de madera en rollo; los resultados de un coeficiente de aserrío en el proceso de transformación primaria permiten

obtener mayores beneficios de la materia prima y lograr una mayor productividad. (García y Díaz, 1942)

(Zavala y Hernández, 2000), consideran que los estudios para conocer el coeficiente de asierre se deben establecer como un sistema de análisis continuo con la finalidad de optimizar los procesos de industrialización.

(Pedraza, 1994), establece que el coeficiente de aserrío, es una medida de la productividad, en la cual participan los factores de materia prima, la maquinaria a utilizar y la mano de obra.

### **1.7.2. MADERA ASERRADA**

La madera aserrada son piezas de maderas macizas obtenidas por aserrado del árbol, generalmente escuadradas, es decir, con caras paralelas entre si y cantos perpendiculares a las mismas en las cuales se pueden distinguir: (Fajardo, 1995)

- ✓ **Cara:** Superficie de la pieza correspondiente a la mayor dimensión de la sección transversal.
- ✓ **Canto:** Superficie de la pieza correspondiente a la menor dimensión de la sección transversal..

### **1.8. CONTROL DE CALIDAD**

Indica que el control de calidad se efectúa según el tipo de comercialización del producto. (Portal, 2006)

Si el destino es el mercado nacional, el control no es muy riguroso ni exigente pudiendo realizarse por el mismo despachador o encargado de la barraca.

Si el destino es al mercado externo el control de calidad es más exigente en las dimensiones y en la calidad propiamente dicha de la madera.

Las especificaciones del control de calidad de la madera de exportación varían de acuerdo a las normas de cada país importador, siendo estos los que determinan en última instancia las especificaciones para el producto.

Según BOLFOR; (Noma Técnica ,62/1997), la clasificación según la calidad de la madera es la siguiente.

- **Madera de primera:** Es aquella madera sana y libre de defectos tales como; rajaduras Nudos, picaduras de insectos, hongos, etc.
- **Madera de segunda:** Es aquella madera sana con defectos tales como grietas y rajaduras leves, manchas leves, nudos sin grietas, etc.
- **Madera de tercera:** Es aquella madera que presenta vellosidades en la superficie, presencia de albura, nudos en sus dos caras, etc.

También se realiza una clasificación por el largo de tabla, donde las tablas menores a 7 pies son cortas y las tablas mayores a 7 pies adelante son consideradas largas. (BOLFOR, 62/1997)

## 1.9. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Según (Spichiger, 2007), clasifica los residuos generados en aserraderos de la siguiente forma:

- **Corteza:** Capa externa de la madera rolliza. Se obtiene en aserraderos que poseen descortezadores, quedando la corteza como residuo maderero.
- **Lampazos:** Corresponden a secciones laterales de la troza obtenidos en el proceso de aserrío. Se caracterizan por tener una cara limpia (libre de corteza). En aserraderos que poseen descortezador y astillador los lampazos son reducidos a astillas sin corteza, las que se comercializan a la industria de tableros, celulosa u otras.
- **Aserrín:** Conjunto de partículas de tamaño pequeño obtenido en el proceso de aserrado y dimensionado de la madera.
- **Viruta:** Cinta delgada de espesor variable en dirección de la fibra, obtenida por medio del cepillado de piezas de madera; se obtiene en aserraderos con elaboración y re manufacturas.

- **Despunte:** Residuos de tamaño variable provenientes de secciones terminales de piezas y que resultan del proceso de dimensionado en largo de la madera.

En la mayor parte de los aserraderos se producen muy pocos despuntes, y más bien estos corresponden al margen de tolerancia en longitud con el que vienen los trozos (generalmente 2-3 cm), lo que en general es difícil de cuantificar porque las empresas registran el volumen de trozas efectivo (no se paga por esta sobredimensión).

- **Astillas sin corteza:** Consistentes en pequeñas piezas de madera de sección cuadrada o rectangular, con su longitud paralela al grano o fibra de la madera, de un tamaño a lo menos 4 veces su espesor (largo entre 10 a 30 mm), picadas por un astillador y que se obtienen principalmente de los lampazos sin corteza.

- **Tapas:** Corresponde a secciones laterales del tronco, caracterizados por tener dos caras limpias (libres de corteza). Actualmente, en la mayor parte de los aserraderos, estas piezas son canteadas para remover los cantos con corteza (canto muerto) y reprocesadas, incorporándose al volumen de madera aserrada. Si esto no ocurre, son comercializadas a barracas u otros para su utilización.

#### **1.10. EL RENDIMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA.**

El incremento de los costos de la madera agudiza la necesidad de aprovechar la troza con mayor eficacia. La industria del aserrío se caracteriza por su escasa eficacia de conversión. La proporción del insumo de trozas que se transforma en madera aserrada rara vez alcanza el 60-70 por ciento. El resto queda en forma de costeros, recortes y testas, virutas y aserrín. (Arreaga M., 2007)

García et al., (2001). Afirma que el rendimiento de madera aserrada es uno de los principales indicadores para medir la eficiencia para cualquier industria. La industria de transformación de la madera que no se ocupe de mejorar sus rendimientos y consecuentemente reducir sus costos de producción, asume un serio riesgo de perder en competitividad y paralizar sus actividades por ineficiente. (Biasi y Pereirada Rocha, 2007).

## 1.11. LOS ASERRADEROS

Se expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en troza para obtener madera aserrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos. (Zabala, 1991)

Reciben el nombre de aserríos porque los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidos exclusivamente por sierras. (Egas, 1998)

### 1.11.1. TIPOS DE ASERRADEROS

(Solano. 2009), Los clasifica en dos tipos de aserraderos que pueden presentarse en esta industria son:

- Instalaciones fijas
- Instalaciones móviles

**Instalaciones fijas:** Son aquellas que tienen una ubicación permanente y por tanto todos sus elementos responden a esta idea. Sus ciclos de producción suelen ser completos, es decir, sus productos finales, entre otros, pueden ser los siguientes:

- Tablón, en bruto
- Tablón canteado y retestado
- Tablón canteado, retestado y calibrado
- Tablón canteado, retestado, calibrado y clasificado
- Tablón canteado, retestado, calibrado, secado y clasificado.

**Instalaciones móviles:** Montadas sobre chasis pueden desplazarse hasta las mismas fuentes de abastecimiento de materias primas. Sus productos elaborados suelen ser generalmente tablonés, tablas, viguetas y vigas en bruto. Generalmente necesitan de la industria re-aserradora.

La principal ventaja y el origen de las instalaciones móviles es que los residuos y desperdicios quedan en el mismo lugar de elaboración, y lo que se transporta en lugar de ser madera en rollo es producto elaborado o semielaborado, con la consiguiente economía de transporte. (Arreaga, 2007)

## 1.12. EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASERRADO

Los indicadores de la eficiencia de conversión de las trozas en madera aserrada se pueden dividir en dos grandes grupos:

- 1) Los indicadores relacionados con la eficiencia de conversión en volumen.
  - Rendimiento volumétrico total
  - Porcentaje de desperdicio de aserrín
  - porcentaje de desperdicio de otros residuos
- 2) Los indicadores de la eficiencia de conversión en valor, también denominados indicadores del rendimiento en valor.
  - Valor por m<sup>3</sup> de madera aserrada
  - Valor por m<sup>3</sup> de trozas
  - Rendimiento Volumétrico total

(Egas, 1998) expresa que existen un grupo de autores que consideran dos formas de expresar el rendimiento volumétrico: Rendimiento volumétrico por surtidos y rendimiento volumétrico total. El primer indicador no es más que 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.

El rendimiento volumétrico total caracteriza el nivel de utilización de la madera de la troza sin considerar las dimensiones ni la calidad de madera aserrada obtenida por lo que es un indicador importante pero no suficiente para caracterizar la eficiencia de conversión en un aserradero.

3) Diferentes factores que inciden sobre el rendimiento Volumétrico de madera aserrada.

**a) Diámetro de las trozas:** El diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en la medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas en el aserrío; por lo

tanto el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento y menor ganancia en los aserraderos. (Arreaga, 2007)

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. (Egas, AF. 1998).

**b) Longitud, conicidad y diagrama de troceado:** Se puede afirmar que el rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío es afectado por la longitud y por la conicidad de las trozas. En la medida que aumenten ambos parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. (Egas, AF. 1998)

Por lo tanto una de las formas de incrementar el rendimiento volumétrico es mediante la optimización del troceado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requeridas. Está observación es de peculiar importancia para la industria. (Egas, AF. 1998).

**c) 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. 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; por lo que se apoya por diferentes autores la relación de las características de la superficie de las trozas y el rendimiento de madera aserrada para establecer normas en la clasificación de trozas. (Egas, AF. 1998)

**d) Tipo de Sierra:** 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. (Egas, AF. 1997)

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; aspecto a partir de la regulación del ancho de corte. (Egas, AF. 1997)

**e) Diagrama de corte:** Las opiniones de los especialistas coinciden con diferentes autores, que afirman que los diagramas de corte tienen gran incidencia sobre la eficiencia de la conversión de madera aserrada; dependiendo de la calidad de la troza y del diseño del aserrío. (Egas, AF. 1997)

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.

### **1.13. MAQUINARIA QUE CONSTITUYE UN ASERRADERO**

(Bethel J. S. 1994), un aserradero está constituido necesariamente de una serie de máquinas, equipos y de accesorios auxiliares, donde cada una de ellas presentan características y formas diferentes y además realizan operaciones diferentes y están ubicadas de manera ordenada según las operaciones que efectúan cada una de ellas.

Las maquinarias con las que cuenta y son utilizadas en el proceso de aserrío son las siguientes: (Bethel J. S. 1994)

- Una sierra principal de cinta
- Guinche mecánico de troncas
- Volcador de troncas
- Carro porta trozas
- Una canteadora con sus respectivos dispositivos y equipos auxiliares.
- Una despuntadora del tipo pendular con su respectiva plataforma.
- Una reaserradora .
- Sala de afilado

A continuación se describen las operaciones que realizan cada una de las maquinarias y equipos auxiliares.

### **1.13.1. SIERRA PRINCIPAL DE CINTA**

El mantenimiento y el afilado adecuado de la sierra permiten una mejor precisión y conformidad de corte.

La sierra principal es la que reduce o transforma a las trozas en componentes pequeños, conocidos normalmente con el nombre de asierre primario de las trozas, convirtiendo en tablas, tablonos, vigas, etc. La troza colocada en un carro y asegurada respectivamente pasa por la sierra repetidamente y es girada o volteada las veces que sean necesarias a medida que se hace cada corte, al mismo tiempo son examinados por el aserrador para determinar la forma más satisfactoria de aserrar, para obtener los grados y rendimientos óptimos.

El carro en un aserradero es un vehículo, utilizado para soportar y trasladar a la troza durante el aserrado por la sierra principal para convertir en madera aserrada

Está constituido de diversos dispositivos auxiliares, como garras que sujetan a las trozas firmemente para evitar su movimiento durante el aserrío, los apoyos, mordazas, un mecanismo de avance controlado por el aserrador, El dispositivo para voltear las trozas permiten al aserrador situar las trozas correctamente sobre el carro para conseguir el mejor esquema de despiece.

### **1.13.2. GUINCHE MECÁNICO DE TRONCAS**

Este equipo esta accionado por un motor eléctrico, existen de diferentes capacidades. Su función es la de arrastrar la tronca hacia la rampa de recepción para su entrada al carro porta troncas.

### **1.13.3. CARRO PORTA TRONCAS**

El carro porta-troncas, es de las partes fundamentales en una instalación de aserrío. Los trabajos de aserrío, dependen de forma muy importante de los mecanismos del carro, de él dependerá la perfección, de las divisiones del grueso en sus avances. Su estructura siempre será rígida y de acero. En todos los procesos productivos, recibe los impactos continuos de los troncos.

#### **1.13.4. CANTEADORA**

El canteo se lo realiza mediante una canteadora que está constituida de una sierra circular que hace cortes paralelos de las piezas procedentes de la sierra principal, se emplea para eliminar los bordes y bastos redondeados y cortar el resto en ancho normalizados de acuerdo a las exigencias o pedidos.

#### **1.13.5. DESPUNTADORA**

Las operaciones que desempeñan las despuntadoras o el escuadrador de puntas de madera, son las que a continuación se indican:

Cortar los extremos de una tabla, de tal manera que estén a escuadra y paralelos unos con otros y uniformes en longitudes.

Cortar las tablas en dos o más piezas adecuadas con longitudes normalizadas de acuerdo a las demandas

Cortar y eliminar los defectos a fin de mejorar la calidad general de las piezas de madera aserrada.

#### **1.13.6. REASERRADORA**

Las sierras reaserradoras, se han diseñado para reducir las maderas de grandes dimensiones, o para recuperar la madera útil de los orillones gruesos o de aquellas tablas que se encuentran con defectos, como ser: galería de insectos, pudriciones, etc.

#### **1.13.7. SALA DE AFILADO**

La sala de afilado es el área donde se trabaja en la preparación y mantenimiento de las sierras de cinta o circulares, con el propósito de contar con herramientas de corte técnicamente preparadas que permitan el aserrío de alta calidad.

Las características importantes que debe contemplar una sala de afilado son las siguientes: buena ubicación próxima al equipo de aserrío, adecuado tamaño,

piso de madera, óptima distribución de los equipos y maquinarias, orden, limpieza, ventilación y buena iluminación.

Para realizar las actividades de afilado es recomendable contar con los siguientes equipos y herramientas: Afiladora de sierras de cinta y circulares, estelitadora, tensionadora, biseladora, recaladora, igualadora, prensa para soldar sierras, fragua y cautines.

## 1.14. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

### 1.14.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Phylum:</b>	Telemophitae
<b>División:</b>	Tracheophytae
<b>Sub-división:</b>	Anthophyta
<b>Clase:</b>	Angiospermae
<b>Sub-clase:</b>	Dicotyledoneae
<b>Grado evolutivo:</b>	Archichlamydeae
<b>Grupo de órdenes:</b>	Corolinos
<b>Orden:</b>	Rosales
<b>Familia:</b>	Leguminosae
<b>Sub-familia:</b>	Mimosoideae
<b>Nombre científico:</b>	<i>Parapiptadenia excelsa</i> (Griseb.) burkart
<b>Nombre común:</b>	Chari-Vilcarán. (HERB. UNIV. T.B.)

### 1.14.2. GENERALIDADES DEL CHARI (*Parapiptadenia excelsa*)

Árbol mediano a grande de fuste recto cilíndrico de 10 a 20 m de alto y 80 cm de d.a.p. copa amplia de color verde claro con ramificaciones extendidas redondeadas y follaje poco denso. Corteza rugosa que contiene taninos, delgada y caediza, con surcos longitudinales y transversales, color castaño. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

**Hojas:** Caducas, alternas, bipinaticompuestas. Eje principal de 3-12 cm de longitud (incluido pecíolo), con 3-8 pares de ejes secundarios opuestos de 4-8 cm de longitud, con 15-40 pares de folíolos opuestos de 6-9 x 2 mm de ancho.

**Flores:** Flores perfectas, completas, pequeñas, amarillas. Cáliz campanulado con 5 pequeños dientes, corola campanulada con 5 lóbulos. 10 estambres que sobresalen del tubo. Ovario súpero. Reunidas en espigas axilares cilíndricas y péndulas, de 3-7 x 0,7 cm. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

**Frutos:** Vaina o chaucha apergaminada y aplanada de 10-15 cm x 1 cm, castaño oscura, con los bordes marcados. Se abre sola a la madurez. Semillas de color castaño, lisas, chatas, de 0.7 cm de diámetro. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

**Ramas:** ramitas con puntos claros (lenticelas), sin espinas.

**Observaciones:** Se confunde con *Anadenanthera colubrina*, de la que se diferencia por las hojas con menos ejes secundarios, inflorescencias cilíndricas y corteza sin protuberancias leñosas. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

**Trabajabilidad de la madera:** se recomienda su procesamiento en estado húmedo y tiene una alta durabilidad con el contacto con el suelo y los usos que se lo da son para vigas, listones de construcción y para pisos. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

### 1.14.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

La especie Chari (*parapiptadenia excelsa*), presenta las siguientes propiedades físicas y mecánicas.

**Cuadro N° 1 “Propiedades físicas y mecánicas”**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	
Contenido de humedad en verde	
Densidad básica	0,74 g/cm <sup>3</sup>
Densidad al 12% de humedad	0,79 g/cm <sup>3</sup>
Contracción radial	3%
Contracción tangencial	6,20%
Contracción volumétrica	2%
Relación T/R	2,1
<b>RESISTENCIA MECÁNICA</b>	
Módulo de elasticidad	1000 kg/m <sup>2</sup>
Módulo de rotura	1260 kg/m <sup>2</sup>
E.R. compresión paralela	650 kg/m <sup>2</sup>
Corte radial	kg/m <sup>2</sup>
Dureza lateral	1215 kg.
Tenacidad	kg-m

Fuente: Información Técnica Industrial. (Proyecto FAO-GSP/BOL/028/NET)

**Área de distribución:** Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en la formación Tucumano-Boliviana. Que comprende los Departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. Tiene un rango altitudinal entre 900 a 1500 m.s.n.m. (FAO-GSP/BOL/028/NET)

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1. LOCALIZACIÓN**

El área de estudio está ubicada al Sur Este de Bolivia dentro del departamento de Tarija, en el municipio de Entre Ríos Provincia O`Connor, (Ver Mapa N° 1-Anexo II)

#### **2.2. LÍMITES TERRITORIALES**

Como se puede apreciar en el mapa el Municipio de Entre Ríos está ubicado en la parte central del departamento de Tarija, en la zona, fisiográfica subandina a 108 km de la capital, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al Sud y al Este con la Provincia Cran Chaco, al Oeste con la Provincia Cercado, hacia el Noroeste con la Provincia Méndez y hacia el Sudoeste con la provincia Avilés y Arce. (PDM, 2008). (Ver Mapa N° 1-Anexo II)

#### **2.3. EXTENSIÓN**

Comprende una extensión de 6.406 km<sup>2</sup> aproximadamente que representa el 17,2% de la superficie departamental y el 0,58% del territorio nacional. (PDM-CCEDSE, 2008)

#### **2.4. CAPACIDAD DEL USO DE LA TIERRA**

La tierra se constituye en el medio de producción de mayor importancia para las comunidades campesinas y del Municipio en su conjunto; la misma que en función de su capacidad productiva, los factores agro-climáticos, ecológicos y la intervención de su gente permiten el uso racional en la producción agrícola y ganadera en cada Jurisdicción Municipal. (Cieplane, 2009)

**Cuadro N° 2 “Superficie utilizada”**

Uso del Suelo	Superficie(ha)	(%)
Agrosilvopastoril	574.606	13.18
Agropecuario extensivo	63.295	2.34
Agropecuario intensivo	2.818	1.59
Total	640.618	100

Fuente Diagnostico (PDM-CCEDSE, 2008)

En la Provincia O'Connor se puede identificar 7 categorías de uso de la tierra cuya característica se resume según la leyenda como se puede observar en el cuadro N° 3 que el total del uso del suelo el 89,7% es de uso Agrosilvopastoril, seguido con un 9,8% al uso agropecuario extensivo y por ultimo de 0,4% que representa al uso agropecuario intensivo. (PDM-CCEDSE, 2008)

## 2.5. POTENCIAL FORESTAL

El Municipio se encuentra ubicado en la región Subandina de Tarija. Su vegetación natural está constituida por bosques, matorrales y vegetación herbácea que abarcan el 80% (512,494 km<sup>2</sup>) del territorio, caracterizado por bosques de diferente tipología y potencialidad ubicados íntegramente en paisajes de serranías y colinas. El 20% (128,124 km<sup>2</sup>) restante corresponde a matorrales pastizales y cultivos agrícolas. Cabe mencionar que existen tres tipos de estrato en la zona de aprovechamiento las cuales son:

### a). Estrato arbóreo:

Afata (*Cordia sp.*), Blanquillo (*Ruprechtia laxiflora Meisner*), Cebil (*Anadenanthera macrocarpa*), Cedro (*Cedrela lilloi*), Chari (*Parapiptadenia excelsa*), Lapacho (*Tabebuia sp.*), Laurel (*Phoebe porphyria Griseb*), Nogal (*juglans australis*), Pino (*Podocarpus parlatorei*), Quina colorada (*Myroxylon peruiferum*) y Tipa (*Tipuana tipu*).

**b) Estrato arbustivo:**

Garrancho (*Acacia etilis*), Tusca (*Acacia aroma gillies*), Chichapi (*Celtis spinosa*), Matica (*Piper elongatum*), Tabaquillo (*Solanum sessile*), Itapalla (*Cnidoscolus vitifolius*).

**c) Estrato herbáceo:**

Gramíneas y Helechos.

**Cuadro N° 3“Especies predominantes en el Municipio de Entre Ríos”**

<b>Valor comercial</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>
Muy Valiosas	<i>Cedrela balansae</i>	cedro
	<i>Podocarpus parlatorie</i>	Pino del Cerro
	<i>Schinopsis lorentii</i>	Quebracho colorado
	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina colorada
	<i>Juglans australis</i>	Nogal
Valiosas	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Cebil
	<i>Caesalpinea paraguayensis</i>	Guayacan
	<i>Tabebuia ipe</i>	Lapacho amarillo
	<i>Tabebuiaim petiginosa</i>	Lapacho rosado
	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Perilla
	<i>Amburama cearensis</i>	Roble
	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa
	<i>Parapiptadenia excelsa</i>	Chari-vilcaran
	<i>prosopis alba</i>	Algarrobo
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
Algo valiosas	<i>Bhlepharocalyx salicifolius</i>	Barroso
	<i>Phoebe porphyria</i>	Laurel
	<i>Pisonia zapallo</i>	Palo zapallo
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Tarco
	<i>Patagonula americana</i>	Lanza verdadera

Fuente Diagnostico (PDM-  
CCEDSE,2008)

## 2.6. ASPECTOS FÍSICOS NATURALES

### 2.6.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

#### 2.6.1.1. ALTITUDES

La capital de la región O'Connor se encuentra a una altura de 1.181 m.s.n.m. sin embargo la altitud de la región varía desde los 3.500 m.s.n.m. en las serranías de Abra El Cóndor, hasta los 500 m.s.n.m. en las partes más bajas ubicadas en las riveras del Río Pilcomayo. (PDM, 2008)

**Cuadro N° 4 “Variación de altitud por distrito en m.s.n.m.”**

<b>DISTRITOS</b>	<b>D-1</b>	<b>D-2</b>	<b>D-3</b>	<b>D-4</b>	<b>D-5</b>	<b>D-6</b>
altitud (m.s.n.m.)	1000 - 1800	1000 - 3500	500 - 1500	500 - 1800	500 - 1800	500 - 1500

Fuente Diagnostico (PDM-CCEDSE, 2008)

EL cuadro N° 4 nos muestra que el distrito que tiene mayor altitud es el distrito D-6 varía desde los 500 a 1500 m.s.n.m. y tanto que el distrito de mayor altitud desde los 1000 a 3500 m.s.n.m. (PDM, 2008).

#### 2.6.1.2. RELIEVE

Está constituido por una serie de serranías altas disectadas paralelas, de rumbo norte a sur atravesadas por ríos que forman valles angostos y anchos este conjunto pertenece a la faja del sub andino.

Se observa un paisaje montañoso y sub-montañoso formado por rocas sedimentarias pertenecientes al terciario, que por su particular formación geológica (ambientes de cuencas serradas “fosas”), presentan ocasionales bancos de yeso y grandes cuerpos lenticulares de sal roca. Las simas de estas montañas son redondeadas y alargadas y sus laderas forman valles cortos profundos.

También presenta un paisaje de colinas bajas de origen sedimentario con materiales del sistema terciario cuya topografía varia de ligera a fuertemente

ondulada, donde pueden encontrarse algunas mesetas o pediplanos antiguos poco disectados.

El pie de monte está formado por sedimentos de origen glaciario (sistema cuaternario) donde existen conglomerados coluviales y coluvio-aluviales de arena grava y piedras redondeadas, presentando un relieve ondulado. (Portal, 2006)

### **2.6.1.3. TOPOGRAFÍA**

El municipio cuenta con una topografía colinosa, que determina en gran parte la accesibilidad del área rural y las posibilidades productivas del municipio donde se estima que el 55% del territorio municipal, tiene pendientes mayores al 45%. (SONISIG, 20003)

**Cuadro N° 5 “Topografía del municipio”**

Pendiente	0 – 2	2,1 – 10	10,1 - 15	15,1 - 30	30,1 - 45	45,1 - 60	60	Total
Área en km <sup>2</sup>	36	693	303	469	748	796	2155	5380
% Territorio	0,7	13	6	12	14	15	40	100

Fuente: Diagnostico Municipal Provincia O'Connor (ZONISIG, 2003).

### **2.6.1.4. SUELOS**

Las características físicas que presentan los suelos varían de acuerdo a la posición fisiográfica en la que se encuentra, no obstante los suelos ubicados en las montañas son poco profundos, con presencia de afloramientos rocosos, siendo de textura pesada a mediana.

En tanto que los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales varían de moderadamente a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores y más pesadas en los horizontes profundos. (PDM, 2008)

### **2.6.1.5. ZONAS Y GRADOS DE EROSIÓN**

En la región gran parte de los suelos se encuentran cubiertos por bosques y material vegetal los cuales atenúan los procesos erosivos tanto hídricos como eólicos. No obstante debido al avance de la frontera agrícola en terrenos con

pendientes mayores a las que están técnicamente recomendables, quema, chaqueo incontrolados y explotación forestal sin planificación, sobre pastoreo, además las lluvias intensas, ocasionan un acelerado deterioro del recurso suelo trayendo consigo erosión en surcos y cárcavas. Por otra parte la crecida de los ríos por efecto de las fuertes precipitaciones lo cual va disminuyendo la capa arable y su fertilidad. (PDM-CCEDSE, 2008)

### **2.6.2. HIDROGRAFÍA**

La Provincia O`Connor forma parte del gran sistema hidrográfico de la cuenca del Río de la Plata diferenciándose dos sistemas hídricos importantes:

El sistema hidrográfico del Río Pilcomayo cubre grandes áreas de Bolivia, Argentina y Paraguay la cual cuenta con un drenaje total de 270.000 km<sup>2</sup> su parte alta está ubicada prácticamente en su totalidad en la cordillera de los andes de Bolivia con una superficie de 84.000 km<sup>2</sup> su parte baja, ubicada en la planicie del chaco Boliviano, Argentino y Paraguayo a nivel Departamental cubre una superficie de 15.907 km<sup>2</sup> que representa el 42% de la superficie del Departamento y a nivel Regional de la Provincia O`Connor cubre una superficie de 3.969 km<sup>2</sup> representando el 62% de la extensión regional. (PDM-CCEDSE, 2008)

El sistema hidrográfico del Río Bermejo se encuentra situado en Bolivia y Argentina con una superficie total de 123.162 km<sup>2</sup> que abarca la cordillera oriental y la sub andina. En el Departamento de Tarija cubre una superficie de 12.025 km<sup>2</sup> que comprende el 325 del Departamento y a nivel Regional de O`Connor cubre una superficie de 2.437 km<sup>2</sup> representando el 38% de la extensión territorial de la región. (PDM-CCEDSE, 2008)

### **2.6.3. RED Y TIPOS DE DRENAJE**

La red de drenaje en la cuenca del Río Pilcomayo está constituida por los Ríos: Pilaya y Pilcomayo, como curso principal y los de menor importancia como son: La Quebrada de Cajas, Río Pescado, Salado, Suaruro y Palos Blancos. El Río Pilaya recorre en sentido este, desde la unión con la quebrada de Cajas hasta la altura de la comunidad de San Josecito, de donde dobla al norte aproximadamente

a la altura de la comunidad de Machigua se une con el Río Pilcomayo continuando su curso en dirección Noroeste-sureste por un valle bastante estrecho en las Serranías del Sub Andino.

Los tipos de drenaje identificados en la cuenca del Río Pilcomayo son: dendrítico y sub dendrítico en la región de la cordillera oriental. En las serranías del sub Andino prevalece el drenaje sub paralelo. (PDM-CCEDSE, 2008)

## **2.7. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

### **2.7.1. CLIMA**

De manera general de la provincia O`Connor presenta un clima templado cálido-húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado-seco.

El más predominante en la región es de templado semihúmedo, cálido con un 45,2% de territorio seguido por el de cálido árido con un 25,85% templado semiárido con un 23% y por ultimo frío semihúmedo, cálido semihúmedo, templado húmedo y frío húmedo con un 3,8%, 0,95 y 0,6 % respectivamente. (PDR, 2008)

### **2.7.2. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA**

La temperatura de la Provincia O`Connor se encuentra sometida a frecuentes intercambios de masas de aire tropical y polar debido a su situación Geográfica. En gran parte del año, bajo la influencia del sistema de alta presión del Atlántico Sur. Esto quiere decir que las lluvias prevalecen del sur al Sureste; por su parte, los vientos que provienen del Norte/o Noreste son cálidos y secos provocando ocasionalmente temperaturas superiores a los 40 °C e incluso en los meses de agosto a diciembre la temperatura media anual es de 19 °C en verano 22,5 °C y en invierno de 14,7 °C. Y mínimas extremas que bajan hasta -7,2 °C. (SENAMBI, 2011)

### 2.7.3. PRECIPITACIONES PLUVIALES

En base de los mapas de isoyetas de precipitaciones totales anuales, se pueden establecer para la provincia tres distintas zonas de precipitación:

**Cuadro N° 6 “Precipitaciones anuales”**

<b>Precipitaciones</b>	<b>Máximas y Mínimas</b>
Precipitación alta	1200 - 300 mm./año
Precipitación media	900 – 1.200 mm./año
Precipitación baja	700 – 900 mm./año

Fuente: Diagnóstico Municipal Provincia O’Connor (SENAMBI, 2011).

Tomando en cuenta la distribución de la precipitación a lo largo del año y relacionando con la temperatura se establecen los periodos secos y los periodos húmedos no existiendo diferencias significativas en la duración de estos periodos en las zonas altas y media precipitación, pero presentando diferencias la zona de baja precipitación. (SENAMBI, 2011)

### 2.7.4. HUMEDAD RELATIVA

Dadas las características de la región, la humedad relativa va de 62% en el mes de septiembre a 79% en los meses de marzo y abril teniendo una humedad relativa media anual de 72%. (SENAMBI, 2011)

### 2.7.5. NUBOSIDAD

Este parámetro es determinado por el método de los octavos sobre la base de esta información se a determinado que en promedio se tiene 27 días despejados, 124 días parcialmente despejados, 84 días nublados y 120 días cubiertos. (SENABI, 2011)

### 2.7.6. VIENTOS

Los meses de mayor intensidad son agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, que van de 9.6 a 14.9 km./hr. Que llegan con un promedio anual de 10 km./hr. (SENAMBI 2011)

Con respecto a la dirección de los vientos estos presentan dirección de norte a suroeste en todo el año. (SENAMBI, 2011)

### 2.7.7. FAUNA

En la jurisdicción territorial boscosa del Municipio de Entre Ríos existe una gran diversidad de especies de animales silvestres entre mamíferos, aves, reptiles y peces. Gran parte de estas especies nativas son perjudiciales para los habitantes como ser las víboras y los reptiles que causas daños a los hombres y algunas especies animales o van disminuyendo la oferta de forraje, consumiendo incluso de productos agrícolas como ser maíz, papa, maní y otros (PDM, 2008)

### 2.7.8. VÍAS DE COMUNICACIÓN

La red vial de la Provincia está compuesta por dos redes camineras, la red principal o troncal y la red secundaria o vecinal

La red principal del Chaco Tarijeño, se caracteriza por atravesar en dirección, Este –Oeste, por un camino de tierra y grava, que vincula principalmente la ciudad de Tarija con poblaciones de la Provincia Gran Chaco, teniendo como intermedio a la Provincia O’Connor, población de Entre Ríos, esta red caminera, se encuentra en proceso de construcción de un camino asfaltado, siendo las distancias a los principales centros poblados, desde Entre Ríos, las siguientes:

**Cuadro N° 7 “Vías de comunicación”**

<b>TRAMO</b>	<b>DISTANCIA (km)</b>
Entre Ríos – Tarija	108
Entre Ríos – Villamontes	152
Entre Ríos – Yacuiba	172

Fuente: Servicio Departamental de Caminos. (SDC, 2008)

La red secundaria o vecinal, se caracteriza por ser rutas derivadas de la troncal y que tienen restricciones de transitabilidad, particularmente durante el periodo de lluvias, en los últimos años se han realizado sustancialmente la mejora en estos tramos vale decir en toda la provincia.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Para realizar el presente estudio se utilizó diversos materiales y herramientas para la etapa de campo y posteriormente en la de gabinete los cuales se dan a conocer a continuación.

##### **Material de campo**

- Marcador permanente (c/azul)
- Formulario y planillas
- Flexometro de 10 (m)
- Trozas de la especie a estudiar

##### **Materiales de gabinete**

- Calculadora
- Computadora
- Planillas

#### 3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Aserradero “SAN LUIS LTDA”, es una empresa de transformación primaria, que se encuentra ubicada en la calle Ayacucho Barrio Manantial de Entre Ríos. Su propietario, Dr. Ademar Darlach<sup>+</sup>, está domiciliado en la calle Sucre esquina Avaroa, de la localidad de Entre Ríos con registro 007/97-SIF-TJA asignado por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) y con teléfono N° 4613-3301. (Ver Mapa N° 2 -Anexo II)

La actividad principal de la Empresa es la de Aserrío y comercialización de madera, pudiendo también cuando así sea requerida, prestar sus servicios a todo aquel que lo solicite y que su accionar este en el marco de la Ley Forestal y su Reglamento.

Los mercados consumidores del producto son las diferentes Empresas exportadoras de madera para parquet ubicadas generalmente en Yacuiba, Carpinterías localizadas principalmente en Tarija y Empresas constructoras que operan a nivel Departamental y Nacional.

En cuanto a la capacidad instalada del aserradero es de 3100 pies tablares de madera aserrada por día, para madera blanda y para maderas semiduras y duras es de 1800 pies tablares por día.

El trabajo se realiza en un solo turno (diurno) de ocho (8) horas y seis (6) días a la semana y cuenta con personal fija y temporal los cuales reciben sueldos según la experiencia que tiene conforme al trabajo que desempeña.

La empresa requiere en resumen un promedio de materia prima, madera en tronca de  $12 \text{ m}^3/\text{día}$  y de  $2400 \text{ m}^3/\text{año}$ . Trabajando doscientos (200) días al año.

### **3.2.1. FORMAS DE COMERCIALIZACIÓN**

Se tiene previsto comercializar de manera directa un 100% de la producción de madera de construcción al mercado local y al interior del país. Por otra parte la producción de maderas como ser cedro y quina estarán destinadas para su comercialización en mercados internacionales, vale decir que serán preparadas de acuerdo a exigencias internacionales para su exportación por el Paraguay, China y a la Argentina.

### **3.2.2. SUPERFICIE TOTAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL**

La superficie total de la planta industrial, es de  $7500 \text{ m}^2$  de los cuales  $570 \text{ m}^2$ , están contruidos, otros  $236 \text{ m}^2$  están cubiertos por un galpón para el estocado de la madera aserrada (tablas, vigas, listones, puentes, etc), y  $2400 \text{ m}^2$  para el aserrío y la superficie restante es utilizada como patio de almacenamiento de troncas, garajes y talleres de mantenimiento. (Ver Croquis - Anexo II)

### **3.2.3. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA**

En cumplimiento a lo dispuesto por la RM. N° 134/97 del MDSMA, se presenta en el cuadro N° 9 corresponde al croquis de distribución de equipo y maquinaria. (Ver Mapa N° 2 – Anexo IV)

### **3.2.4. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

La empresa SAN LUIS LTDA. Se abastece de materia prima es decir (troncas/rola) de las siguientes fuentes:

La zona de aprovechamiento esta ubicada en la Comunidad de Serere Sur perteneciente al municipio de Entre Ríos, jurisdicción de la provincia O'CONNOR. También la empresa se provee de materia prima producto de desmotes realizados por los comunarios. Esta actividad esta enmarcada en la legislación forestal de nuestro país y regulada por la ABT. Asimismo la empresa participa en los remates de madera que lleva a cabo la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, como otra fuente de abastecimiento significativa de producto forestal.

### **3.2.5. SUMINISTRO DE MATERIA PRIMA**

El Aserradero de la Sociedad Maderera San Luis Ltda., para provisionarse de materia prima cuenta con patio de acopio ubicado a un extremo de las instalaciones, donde a través del transporte en vehículos se hace el traslado de las trozas desde las áreas de aprovechamiento que se encuentra en diferentes zonas; también la empresa se provee de materia prima producto de desmotes realizados por los comunarios. Esta actividad esta enmarcada en la legislación forestal de nuestro país y regulada por la ABT.

### **3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE ASERRADO**

El aserradero esta conformado por diversos equipos y accesorios, los mismos que son utilizados para la transformación de la madera en troza a madera aserrada los distintos equipos con los que se trabajan en el Aserradero de la Sociedad Maderera San Luis Ltda. Son los siguientes.

### 3.3.1. SIERRA PRINCIPAL DE CINTA

Este tipo de maquinaria se denomina Sin Fin vertical simple de Industria Brasileira marca LANGER; su corte es en un solo sentido. El sistema de corte mas empleado es el de desdoble tangencial.

Los volantes de esta maquina están cubiertos con corcholina, esto para darle mayor adherencia a la sierra cinta. La guía de la hoja tiene un sistema de seguridad para evitar la rotura del brazo de soporte o sus guías, ya sea esto por descuido del operador o alguna falla mecánica.

El sistema de ajuste generalmente consta de tornillos en la columna y es activada por un gusano y un embroque de gusano. (Ver fotografía N° 11 – Anexo IV)

#### **Cuadro N° 8 “Características técnicas que presenta la sierra principal”**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			TIPO DE SIERRA 1F - 1350
Diámetro de volantes	mm.		1.350
Dimensiones de la hoja de sierra (largo, Ancho, espesor)	mm.		8.600 x 180 x 1,25
Altura de corte	m.		1,25
Altura de corte sin la guía	m.		1,45
Diámetro de la polea "V"	mm.		547
Dimensiones de la polea plana (como alternativa)			o 500 x 250
Diámetro de la polea motriz			variable dependiente
R.P.M de los volantes			de la madera
Cantidad y tipos de fajas "V"			10 x C158 ou 10 x C162
Fajas adicionales "V" del volteador de troncos			2 x C105
Motor eléctrico	potencial CV o HP/N°	madera dura	75 - 100/4
Indicado	de polos	madera blanda	60 - 75/6
Producción	madera blanda	m <sup>3</sup>	48
Diaria	madera dura	m <sup>3</sup>	38
Carros indicados			1C
Peso aproximado	Kg.		2.700

Fuente Industrial LANGER

### 3.3.2. CARRO PORTA TRONCAS

Este tipo de carros es de industria Brasileira maraca LANGER el cual tiene una construcción fija al suelo lo cual garantiza un funcionamiento sin golpes o construcción fijada al suelo garantizando un funcionamiento sin golpes u oscilaciones y es de gran resistencia. El control es sumamente sencillo, práctico y liviano, reaccionando a esfuerzos mínimos, con una sola palanca es regulado el movimiento del carro como también la velocidad, dentro de límites.

Como este avance es generado por el mismo motor de la sierra, se evita la instalación de transmisiones complementarias para el funcionamiento con este sistema se regula automáticamente la velocidad de avance, si por causa alguna disminuyese la velocidad de rotación (maderas duras, falta de potencia, caída de tensión y correas que patinan).

Cuenta con una palanca con crique la cual determina la dimensión del grueso del corte. Esta medida es exacta y precisa. (Ver fotografía N° 13 – Anexo IV)

**Cuadro N° 9 “Características del carro porta troncas”**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		TIPO DE CARRO
		1C - 1300
Abertura del carro	mm.	1.300
Cantidad de garras		4
Largo del carro	m.	6
Largo de la línea de vías	m.	16
Adaptable a sierras de tipo		OF - 1F - 2F
Peso aproximado con vías	Kg.	3.100

Fuente Industrial LANGER

### 3.3.3. GUINCHE MECÁNICO

La empresa cuenta con guinche marca LANGER modelo GM-10 el cual se usa para el arrastre de las trozas hacia el carro por trozas, por medio de un cable y un pico de loro. Tiene una capacidad de arrastre de trozas de hasta 10.000 kg. con una velocidad de 11 m/min. (Ver fotografía N° 14 – Anexo IV)

### **3.3.4. DESORILLADORA**

Cuenta con una Sierra Sin Fin marca DANCKAERT de Industria Argentina, la misma cuenta con un volante de 0.90 metros de diámetro, con un motor eléctrico de 20 Hp de potencia, con un espesor de corte de 0,90 mm con los dientes trabados, esto tomando en cuenta que se traba un diente y el otro no. (Ver fotografía N° 12 – Anexo IV)

### **3.3.5. DESPUNTADORA**

La empresa cuenta con dos sierras circulares, donde una de ellas se encuentra paralizada. La sierra que se encuentra en funcionamiento es una sierra circular de dientes fijos con eje móvil tipo pendular cuyo disco tiene un diámetro de 20 pulg. y una potencia de 3Hp. Con un espesor de corte de 5 mm de corte. Se lo utiliza en piezas de madera aserrada para que las mismas cumplan con las medidas respectivas y tengan ángulos rectos en sus extremos; también se usa para eliminar defectos en las tablas como rajaduras, extremos podridos, grietas y otros. (Ver fotografía N° 15 – Anexo IV)

### **3.3.6. SALA DE AFILADO**

Para realizar esta actividad, se cuenta con una sala de afilado de sierras que es la encargada de mantener el abastecimiento suficiente de cintas y discos acondicionados para realizar los trabajos de aserrío.

Esta sala esta equipada con la siguiente herramienta:

- Afilado de sierras cinta
- Laminadora
- Recalcadora
- Chanfladora
- Soldadora
- Achatador e igualador
- Forja (para calentar las cauteles)

### **3.3.7. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS**

Los desperdicios son arrojados en forma manual por los obreros a un extremo del galpón y posteriormente son comercializados como leña a los habitantes del lugar.

### **3.4. METODOLOGÍA**

Para elaborar el presente trabajo de investigación se aplicó la metodología propuesta por el proyecto **BOLFOR: ESTUDIO DE RENDIMIENTO, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ASERRIO** (manual practico - documento técnico 62/1997).

#### **3.4.1. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE RENDIMIENTOS**

##### **3.4.1.1. SELECCIÓN DE LA ESPECIE**

Para realizar el presente trabajo se eligió la especie Chari (*Parapiptadenia excelsa*) madera en rola puesta en Aserradero para su proceso de aserrado.

##### **3.4.1.2. SELECCIÓN DE LAS ROLAS**

Para iniciar los estudios de rendimiento de aserrío, los centros de transformación deberán tener un mínimo de 100 trozas almacenadas en su patio de acopio para las especies consideradas como abundantes, y 50 trozas para especies consideradas como poco abundantes.

El mínimo de trozas que conformará la muestra de especies consideradas como abundantes deberá ser de 50, y para las especies poco abundantes el mínimo de trozas por muestra deberá ser de 30.

Atendiendo a la recomendación práctica del documento técnico 62/97 publicado por “BOLFOR” se evaluó 80 trozas al azar ya que la especie en estudio es considerada abundante en la zona de aprovechamiento.

##### **3.4.1.3. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la toma de datos de volumen en troza se procedió en la elaboración de planillas con las características necesarias como ser diámetro mayor, menor, longitud de la troza, estado sanitario, etc. (ver planilla N° 1 – Anexo I)

De igual manera para la toma de medidas finales de las vigas, andamios, postes, estacas y otros. (Ver planilla N° 2 – Anexo I)

#### **3.4.1.4. MARCADO DE LAS ROLAS**

Una vez elegidas las rolas, se procedió al pintado de sus extremos con marcador permanente de color azul, con la finalidad de evitar confusiones con el ingreso de otras trozas sobre todo para no perder de vista las tablas de la Rolas en estudio. (Ver fotografía N° 1 – Anexo IV)

#### **3.4.1.5. MEDICIÓN DE LAS ROLAS**

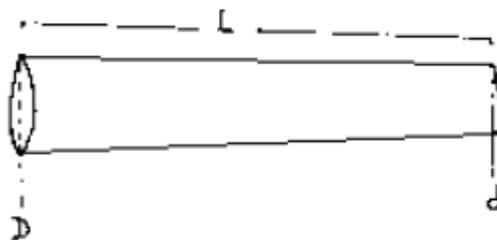
Una vez marcada las trozas, se procedió a la medición de su longitud en metros, así como de sus diámetros con corteza en los extremos mayor y menor. Para ello se utilizó una cinta diamétrica graduada y un flexo metálico para la medición de las longitudes para cada troza, con una precisión al centímetro.

(Ver fotografía N° 3 – Anexo IV)

D = Diámetro mayor

d = Diámetro menor

L = Longitud



#### **3.4.1.6. CALIDAD Y DATOS DE LAS ROLAS**

Posteriormente para el registro de las mediciones, se inspeccionaron las características morfológicas de cada una de las trozas.

Según Romero, (M. A. 1991. Estudio de Costos y Rendimientos de la Industria del Aserrío en Bolivia. LABONAC) citado en el Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos, se registró según su forma que presenta la troza lo siguiente.

- a) **Cilíndrica:** Cuando la forma general se aproxima a la de un cilindro.
- b) **Semicilíndrica:** Cuando la forma general no se aproxima a la de un cilindro.
- c) **Irregular:** Si el prisma formado tiene irregularidades.

También se tomo en cuenta la rectitud de la troza:

- a) **Derecha:** Si la troza es recta en toda su longitud.
- b) **Sinuosa:** Cuando en algún sector de la troza existe un alejamiento excesivo del eje longitudinal de la misma.
- c) **Semi-sinuosa:** Si este alejamiento del eje longitudinal de la troza no es demasiado.
- d) **Torcida:** Cuando presenta gran desviación longitudinal formando ángulos.  
(Ver Cuadro – Anexo II)

**La calidad de las trozas** estará en función de factores antes mencionados y se las clasificaron en trozas de primera, segunda y tercera calidad.

Ej.: Una troza de **primera calidad** será aquella que presente las siguientes características:

Cilíndrica, derecha y sin ataques de ninguna clase y si los hubiese estos deben ser mínimos, la de **segunda calidad** será semicilíndrica, semisinuosa y ataques mínimos o hasta un 30% de su tamaño y la de **tercera calidad** será de forma irregular, sinuosa o torcida con pudriciones.

#### 3.4.1.7. LIMPIEZA DE LAS ROLAS

Muchas veces, la corteza de la troza da lugar a la acumulación de tierra, piedras y otras incrustaciones que malogran el filo de la sierra durante el corte o en su caso producen un rápido desgaste del filo. Este tipo de trabajo se realizó en forma manual con la ayuda de un hacha. Cabe mencionar que no se realizó un

descortezado de la troza, sino una limpieza en las zonas donde presenta una mayor acumulación de partículas sólidas. (Ver fotografía N° 2 – Anexo IV)

#### **3.4.1.8. TRANSPORTE DE ROLAS AL CARRO PORTA TRONCAS**

Luego de la limpieza, las trozas fueron arrastradas hacia el carro por medio de un guinche mecánico, posteriormente una vez que la troza estuvo sobre el carro, fue asegurada por las garras o sujetadoras con los que cuenta el carro, esto con el fin de asegurar un corte recto y limpio.

#### **3.4.1.9. ASERRADO**

El aserrado consta de diferentes etapas, el mismo que se inició desde que la rola estuvo colocada en el carro y sujeta por las garras con las que cuenta la misma, donde se la realizó de la siguiente manera

- Primeramente se realizó el primer volteo con un corte de orillado hasta llegar un punto proporcional
- En segundo se realizó el volteo de la rola luego el corte de orillado hasta llegar un punto proporcional
- En tercero se realizó el volteo de la rola y luego con el orillado hasta llegar un punto proporcional
- En cuarto se realizó el último volteo y de orillado hasta conseguir las el objetivo. (Ver fotografía N° 4 – Anexo IV)

#### **3.4.1.10. DESORILLADO**

Una vez que la rola fue aserrada, las tablas alteradas pasaron a la desorilladora o canteadora, donde se aserró los bordes o costados longitudinales irregulares o con presencia de corteza de las tablas o tablones.

La desorilladora posee varias tablas graduadas que permitirán establecer las medidas del producto a obtener, sobre la cual fueron colocados la tabla o tablón para que por medio de obreros se proceda a realizar el corte.

#### **3.4.1.11. DESPUNTADO**

La operación de despuntado se la realizo en una sierra de disco de eje móvil que se encuentra colocada en serie con la desorilladora, una vez que la tabla o tablón salió de la desorilladora fue colocada por el ayudante de la misma a un lado de la despuntadora, para que posteriormente se proceda a su despuntado, de tal forma que estas tengan ángulos rectos en sus extremos y cumplan con las medidas requeridas.

En el despuntado de las vigas, andamios, postes, estacas, y otros se los dio una longitud optima de poseer algún defecto en el intermedio de su longitud estos fueron cortados a dimensiones mas pequeños. Cabe recalcar que los listones fueron convertidos a estacas ya que la especie en estudio presenta una densidad alta el cual se clasifica como madera dura.

#### **3.4.1.12. MARCACIÓN DE VIGAS, ANDAMIOS, POSTES Y ESTACAS**

Una vez que las mismas salieron de la despuntadora, inmediatamente por efecto práctico se procedió a hacer una marca en la superficie con crayones, con la finalidad de que no se confundan con madera aserrada de otras rolas también en estudio, ya que el pintado de los extremos de la troza sólo sirvió hasta la desorilladora porque en la despuntadora se pierde este color.

#### **3.4.1.13. MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VIGAS, ANDAMIOS, POSTES Y ESTACAS**

Una vez desorilladas y despuntadas todas las tablas, inmediatamente por efectos prácticos, se procedio a tomar las medidas correspondientes a cada tabla (ancho y espesor en pulgadas y largo en pies) para su respectiva cubicación en pies tablares. Adicionalmente, para conocer el volumen real, se debe tomar las dimensiones en medida métrica los cuales fueron obtenidos por el responsable del presente estudio.

##### **3.4.1.13.1. CLASIFICACIÓN DE LA MADERA ASERRADA SEGÚN EL ASERRADERO “SAN LUIS LTDA”.**

De acuerdo a los criterios de clasificación de la madera aserrada se realizó de dos maneras según su calidad y su longitud:

Según su calidad (madera de primera, madera de segunda y madera de tercera).

- **Madera de 1ª:** Toda madera libre de defectos que puedan disminuir su resistencia. La tabla tiene que tener como mínimo una cara limpia.
- **Madera de 2ª:** Es aquella que posee diferentes defectos como ser sámago, grietas, ataque de insectos y otros defectos en mayor proporción.
- **Madera de 3ª:** Esta es considerada dentro del aserradero como leña (cantos, testas y orilleros).

Según su longitud se clasifico la madera aserrada donde las tablas menores a 7 pies son cortas y las tablas mayores a 7 pies adelante son consideradas largas.

### 3.4.2. EVALUACIÓN Y CÁLCULOS

#### 3.4.2.1. VOLUMEN DE LA ROLA

##### Cubicación de Rolas

Se aplicó la siguiente fórmula para la cubicación de las rolas:

##### 1 Smalian

Para determinar el volumen de las rolas en estudio, se aplicó la fórmula de Smalian, ya que considera el promedio de los diámetros mayor, menor de la troza y la longitud de la misma (cabe mencionar que la fórmula es actualmente usada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT)).

$$V = \frac{\pi}{4} \times \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) \times L$$

##### Dónde:

- n** = Volumen en metros cúbicos m<sup>3</sup>
- π/4**= Constante 3,1416 / 4 = **0,7854**
- D** = Diámetro mayor en metros (m)
- d** = Diámetro menor en metros (m)
- L** = Longitud en metros (m)

La fórmula se utilizó para obtener el volumen de la rola que se mide incluyendo la albura. (V. Yucra 2006 estudio de rendimiento As. San Cristobal)

### 3.4.2.2. CUBICACIÓN DE LA MADERA ASERRADA

Para determinar el volumen en tablares se aplicó la fórmula siguiente:

$$V = \frac{E \times A \times L}{12 \times 0,3048}$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares (pt)

E = Espesor de la tabla en pulgadas (pulg)

A = Ancho de la tabla en pulgadas (pulg)

L= Largo de la tabla en (mt.)

### 3.4.2.3. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO:

El rendimiento de aserrío (Tuset, 1979) .determina el llamado coeficiente de aserrío o coeficiente de aserrado, también se encuentra citado como factor al rendimiento y como coeficiente de transformación; es la relación entre el volumen de madera aserrada a obtener y el volumen de las rolas que se usaron para producirlo cuando se mide en unidades métricas.

Él mas utilizado en nuestro medio con fines de proyectar la producción, en función de la venta, y el rendimiento de tabla se mide de dos formas:

Para efectos del parágrafo II del artículo 10 de la Ley Forestal 1.700 deberá incluirse el rendimientos porcentual de producción de la industria de procesamiento el mismo esta dado por la siguiente función mencionado en el Programa de Abastecimiento de materia prima

Para obtener el rendimiento en porcentajes se aplico la siguiente relación:

$$R = \frac{\text{Vol. Tablas en } m^3}{\text{Vol. Troza } m^3} \times 100$$

El volumen de la madera aserrada generalmente se obtiene en pies tablares; por ello se realizó la transformación del volumen de madera aserrada en pies tablares a metros cúbicos. Para esto se considera la siguiente equivalencia:

$$1\text{m}^3=423,84 \text{ (pt) (redondeado a 424)}$$

#### 3.4.2.4. VOLUMEN DE LOS DESPERDICIOS

El volumen de los desperdicios es el resultado de la diferencia del volumen en troza y el volumen de madera aserrada.

#### 3.4.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico que se aplicó para este estudio es el de Correlación, el cual determina el grado de relación existente entre dos o más variables. En este caso, fueron distinguidas dos variables: la independiente y dependiente. Y se utilizó la regresión lineal.

Este tipo de análisis permitió expresar una relación entre las variables por medio de una ecuación.

Lo que se trata es de establecer si existe relación entre dos variables (X y Y). En este caso se tomó el volumen de troza como la variable independiente (X) y el volumen obtenido de las tablas está como variable dependiente (Y). (Ver Gráfico N° 1-Anexo III)

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la regresión:

Ecuación de la recta:  $y = a + bx$

➤ *Cálculo de coeficiente "b":*

$$b = \frac{n \sum yx - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

➤ *Cálculo de coeficiente "a":*

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

### 3.4.3.1.1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El análisis de regresión nos permitió estimar o predecir una de las variables dependiente, en función al conocimiento de la otra independiente, basado en la ecuación de la recta.

Numéricamente el grado de asociación entre variables está en un intervalo que va desde  $-1$  hasta  $+1$ , pasando por cero. Cuando  $r$  es igual a  $+1$  indica una perfecta asociación positiva, y si  $r$  es igual a  $-1$  indica una perfecta asociación negativa. Por otro lado, cuando  $r$  es igual a cero indica que no hay asociación, es decir, que existe una total independencia entre las dos variables. Para el cálculo de la regresión se utilizaron las siguientes fórmulas. (Ver Gráfico N° 1-Anexo III)

Cálculo de coeficiente de correlación “ $r$ ”:

$$R = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Cálculo de coeficiente de determinación “ $r^2$ ”:  $r^2 = r * r$

## CAPÍTULO IV

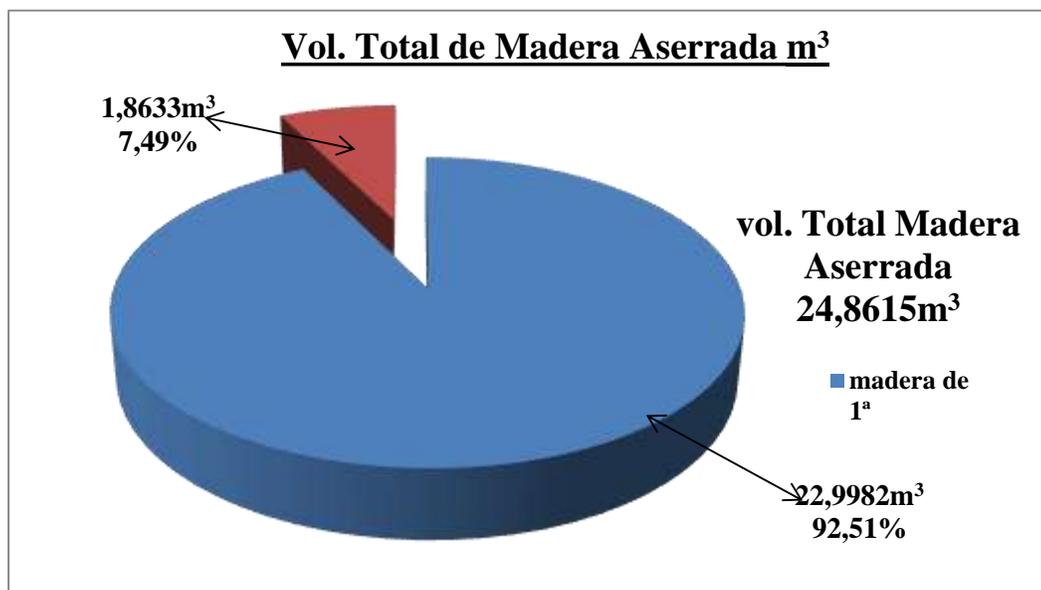
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

- a) Tabulados los datos obtenidos de la medición de volúmenes en rola, y madera aserrada se obtiene los siguientes resultados:

El rendimiento de aserrío por la fórmula de Smalian, dio un resultado de **52,7158 m<sup>3</sup>** en rola, **24,8615 m<sup>3</sup>** de madera aserrada de primera y segunda dando como resultado un aprovechamiento del **47.16 %**.

- b) Diferencia de madera aserrada en porcentaje de primera y segunda



m<sup>3</sup> S = metro cubico madera aserrada

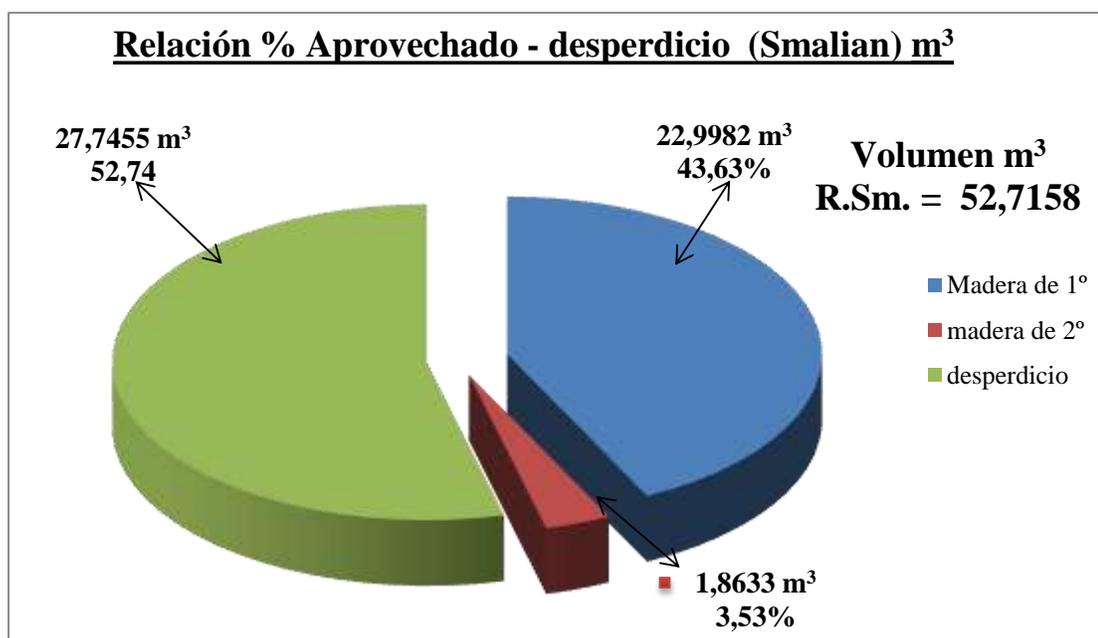
En la gráfica podemos apreciar que: del volumen total de la madera aserrada, el 7,49% correspondiente a 1.863m<sup>3</sup> pertenece a madera de segunda con defectos de ataque de insectos, grietas, presencia de sámago y otros, y el 92,51% restante corresponde a 22,998m<sup>3</sup> pertenece a madera de primera libre de defectos.

## c) rendimiento según la clasificación de la madera:

Producto	Volumen m <sup>3</sup> M.A.	Volumen m <sup>3</sup> R	%
Madera de 1°	22,9982	<b>52,7158</b>	43,72
Madera de 2°	1,8633		3,54
<b>total</b>	<b>24,8615</b>		<b>47,16</b>

m<sup>3</sup> S = metro cubico madera aserrada

m<sup>3</sup> R = metro cubico rola

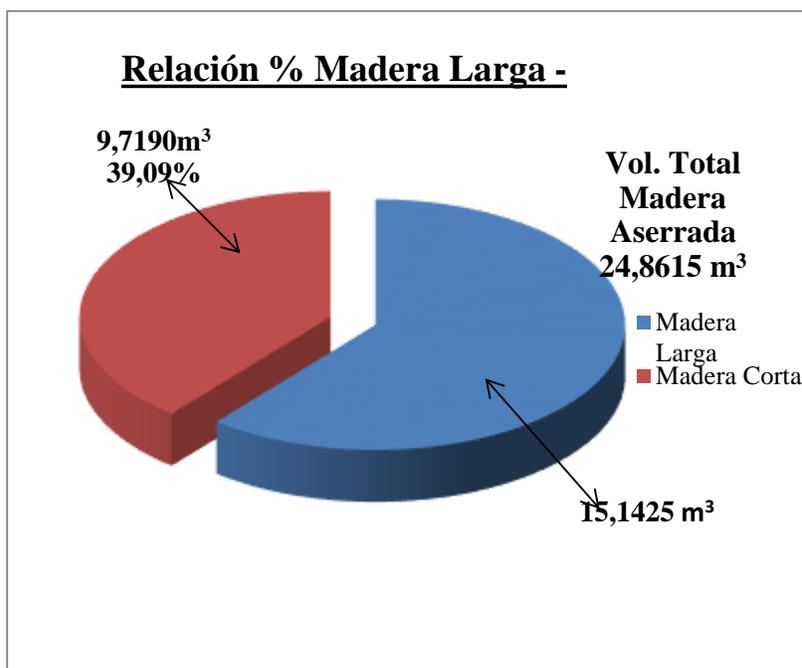


En la gráfica podemos apreciar el % de madera aprovechada y el respectivo desperdicio resultante de la acción de aserrado de la rola en su transformación a madera simplemente aserrada.

d) Clasificación de madera larga y corta:

Producto	Volumen m <sup>3</sup> s	Volumen m <sup>3</sup> S	%
Madera larga	15,1425	24,8615	60,91
Madera corta	9,7190		39,09
<b>total</b>	<b>24,8615</b>		<b>100%</b>

m<sup>3</sup> S = metro cubico sierra



En la gráfica podemos apreciar que: del volumen total de la madera aserrada es de 60,91% correspondiente a 15,1425 m<sup>3</sup> pertenece a madera larga vale decir vigas, andamios y postes, y 39,09% correspondiente a 9,7190 m<sup>3</sup> a madera corta como ser estacas vigas cortas y postes cabe mencionar que se clasifico como madera larga arriba de los 7 pies lineales y madera corta por debajo de Los 7 pies lineales.

#### e) Relación madera aserrada y madera en rola.

Una vez graficado los datos obtenidos de las mediciones realizadas, se procedió al cálculo de la correlación con el programa “EXCEL”, con él se obtuvo que:

Hay una perfecta asociación positiva ya que se aproxima a + 1; 0,9633 respectivamente, tomando el volumen de troza como la variable independiente (X) y el volumen obtenido de las tablas como variable dependiente. . (Ver gráfico N° 1– Anexo III)

### 4.2 DISCUSIÓN

- 1-Dado los resultados obtenidos en el presente trabajo y comparado con el estudio de rendimiento obtenido de otras especies. Existe gran diferencia siendo esto de 47,26 % por la formula de Smalian para el Chari (*Parapiptadenia excelsa*) a la de 52,51% de rendimiento para la especie de la quina colorada (*myroxylon peruiferum*) obtenido por Rolando Portal en el mismo aserradero.
- 2- A mayor número de trozas evaluadas mayor confiabilidad en el resultado a obtener.
- 3- En general los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son aceptables ya que fueron tomados de distintas longitudes y diámetros de madera en rola.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

**Dado los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:**

1. El rendimiento obtenido de la especie Chari (*Parapiptadenia excelsa*) es de 47,16% perteneciente a 24,8615 m<sup>3</sup> de madera aserrada en aplicación a la Resolución Administrativa (N° 253/2012) emitido por la Autoridad de Fiscalización y control Social de Bosques y Tierra (ABT)
2. El rendimiento obtenido de la madera aserrada, como madera de primera es de 43,72% perteneciente a 22,9982 m<sup>3</sup> de madera aserrada y de segunda de 3,54 % perteneciente a 1,9141m<sup>3</sup>.
3. El rendimiento obtenido en madera larga fue es de 60,91% correspondiente a 15,1425 m<sup>3</sup> de madera aserrada y madera corta de 39,09% correspondiente a 9,7190m<sup>3</sup>.
4. En la toma de datos se clasifico las rolas en su mayoría, como calidad “B” siendo estas semicilíndricas, semisinuosas con ataque de insectos y pudriciones leves
5. Dado el resultado obtenido en el presente trabajo de investigación se concluye que, el aserradero San Luis LTDA. ubicado en la localidad de Entre Ríos, está dentro del rendimiento que estipula la resolución administrativa (N° 253/2012) de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT.) que dice que todo establecimiento de transformación primaria de madera debe tener un rendimiento mayor al 40%

6. El método de cubicación actualmente utilizado por la Institución, Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra ABT (formula de Smalian) es de utilidad practica, ya que es de fácil aplicación en la toma de datos de la dimensiones de las rolas.
7. En el análisis estadístico de los resultados se concluye que existe una buena relación significativa positiva donde  $R$  es igual a  $+ 0,9933$ .

## 5.2. RECOMENDACIONES

1. Aplicar otras fórmulas para la determinación de madera en rola como ser Newton o Huber para poder comparar con la formula (smalian) que está establecida por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT).
2. Hacer estudios de la especie Chari (*parapiptadenia excelsa*) para poder darle un mayor valor agregado.
3. Dotar equipos de protección personal (EPP) para los trabajadores con el fin de obtener un mejor rendimiento en el trabajo
4. Dar un mayor uso a la especie (Ejemplo, parquet, pisos de revestimiento, puentes etc.) ya que presenta una alta densidad del  $0,74g\ 7cm^3$  el cual se caracteriza como madera dura.
5. El responsable del estudio debe ubicarse en un lugar estratégico donde no interfiera en las operaciones normales de trabajo pero donde si pueda dominar visualmente la producción de la especie en estudio.
6. Realizar un estudio de rendimiento cada dos años como mínimo para ajustar el rendimiento según la capacidad de los operadores.
7. Es necesario e importante incorporar un plan de mantenimiento periódico (semanal, mensual y anual) de máquinas y equipos del área de producción.