

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

En Bolivia los bosques naturales constituyen una tradicional fuente de múltiples recursos complementarios a la subsistencia diaria de los pueblos rurales, originarios e indígenas, campesinos. También son la base de una creciente industria de bienes maderables y no maderables que generan fuentes de trabajo e importantes ingresos. Gran parte de los bosques bolivianos conforman ecosistemas forestales tropicales que son internacionalmente reconocidos por las funciones y servicios ambientales que cumplen como mitigadores de cambios climáticos, ecoturismo, fuentes de biodiversidad y reguladores de regímenes hídricos.

Por otro lado, la madera es un material que ha sido utilizado constantemente en todas las civilizaciones a lo largo de la historia y se ha manifestado en numerosas actividades del hombre, es por eso que la utilidad de la madera es muy extensa y sigue siendo un material imprescindible en variedad de proyectos.

La facilidad con la que puede ser trabajada o labrada la madera ha sido un factor determinante que le ha permitido conservar su posición competitiva ante otros materiales sustitutos. Sin embargo, para definir sus usos óptimos desde el punto de vista técnico y económico, se requiere conocer sus características tecnológicas, entre las cuales se tienen las de maquinado o trabajabilidad.

En nuestro país, el limitado aprovechamiento de algunas especies se debe en parte al desconocimiento de sus características de maquinado que se reflejan en el aprovechamiento restringido de especies y precios altos de los productos terminados. Se puede lograr mejores resultados de apariencia estética de los productos provenientes de la madera, gracias a los estudios de trabajabilidad, de un sin fin de especies a las cuales no se le realizaron estos estudios.

Es por eso que el presente trabajo puede contribuir al mejor conocimiento y uso de la madera de la especie Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*)(Vell) Morong, con la finalidad de proveer bases técnicas para su posterior transformación.

JUSTIFICACIÓN

Estudios de trabajabilidad son muy necesarios para analizar el comportamiento de las especies forestales maderables al ser sometidas al trabajo de las diferentes máquinas de carpintería. La gran demanda de productos maderables y la continua disminución de especies forestales de valor comercial están obligando a buscar nuevas especies que puedan cubrir la demanda del mercado maderero, actualmente en el mercado nacional no se tiene mucho conocimiento de esta especie de madera para su utilización en la carpintería y en la industria maderera nacional de la madera del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., que es de amplio uso tradicional en el campo debido a su peso liviano y resistente al agua gracias a su resina, esta especie ha demostrado una buena adaptación al medio y se presenta como especie de interés para la realización de plantaciones forestales comerciales en la región del chaco en particular.

Para esto se realizara ensayos de trabajabilidad de la especie forestal nativa del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., determinando el verdadero potencial para utilizar la madera en diferentes sectores de la industria maderera del país adecuando las normas establecidas para la trabajabilidad de la madera en lo que se refiere en las operaciones principales de cepillado, moldurado, taladrado, lijado y torneado.

El Timboy, si bien compone parte de la vegetación de la región del Chaco y en particular de la Comunidad de Zapatera Norte, también es una especie poco conocida por falta de estudios tecnológicos dándoles tan solo usos tradicionales, es por esta razón que con el presente estudio se busca recomendar una mejor aplicación en base a sus propiedades de trabajabilidad.

HIPOTESIS

La madera del Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., es una especie maderable que cuenta con propiedades adecuadas para su trabajabilidad aplicadas a las necesidades del consumidor.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las características de trabajabilidad la madera de Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., proveniente de la comunidad de Zapatera Norte, provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija, para un mejor aprovechamiento y uso de esta especie.

Objetivos Específicos

- Identificar las características de la madera de Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., para las operaciones de maquinado o trabajabilidad de la madera (cepillado, torneado, moldurado, taladrado y lijado) empleando la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y las normas COPANT Maderas.
- Clasificar la madera de la especie Timboy (*Enterolobium Contortisiliquum*) (Vell.) Morong., de acuerdo al grado de calidad y defectos aplicando la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970).

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

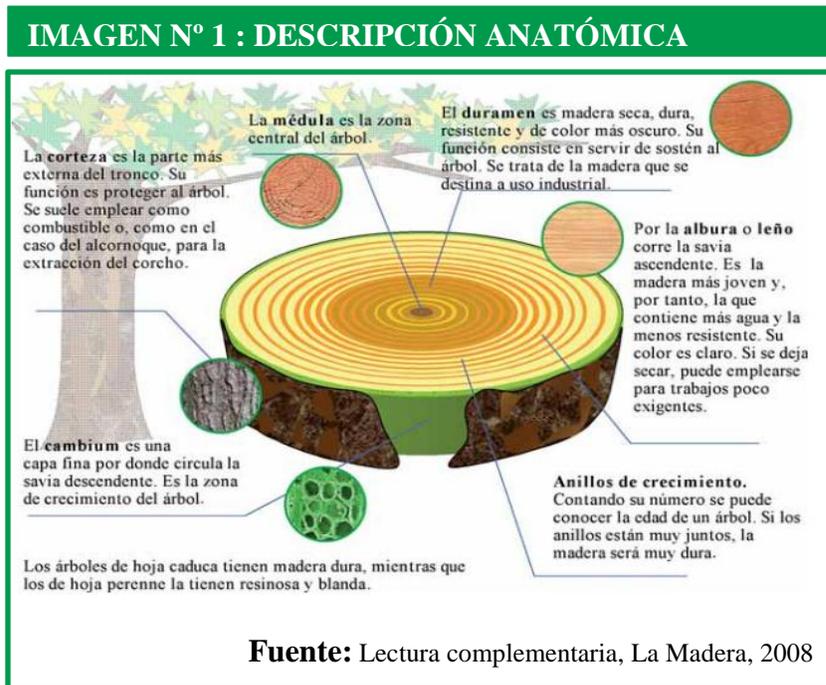
1.1. MADERA

1.1.1. Definición de Estructura de la Madera

La madera se puede definir como un conjunto de tejidos más o menos compactos y fibrosos que se extrae de los árboles y con la cual el hombre fabrica lo más variados objetos para la vivienda y el uso diario. Esta materia se encuentra en el tronco de los árboles, se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: Conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias. (León W., 2001)

1.1.2. Descripción Anatómica de la Madera

Se describe a continuación la composición de una la naturaleza de la madera (Lectura complementaria, La Madera, 2008)



1.1.3. Defectos de la Madera

Según *Galante, (1953)*, afirma que la madera siendo una sustancia orgánica está sujeta a sufrir enfermedades y tener defectos o vicios de conformación y desarrollo, que luego hacen que la masa leñosa no posea la totalidad de las buenas condiciones , características de cada especie, entre estos defectos tenemos:

- **Anomalías en el crecimiento o desarrollo**

- a) **Fibras retorcidas o reviradas**

Se debe a que la madera de la periferia crece y se desarrolla en altura más rápidamente que la cercana al corazón, por esta razón aparecen en forma de helicoide en lugar de ser rectas. Casi siempre esto se debe a las condiciones del sub suelo.

- b) **Nudos**

Los nudos se forman en los sitios donde arrancan las ramas en el fuste o en cualquier de aquellas que se bifurcan. Están formados por haces de fibras muy agrupadas y compactas, por lo que se hacen durísimos y de color oscuro. *Galante, (1953)*

- c) **Madera intrincada, enredada, contra veta, peluda o rabiosa**

Son las que tienen sus fibras cruzadas o mezcladas, o como si fuesen trenzadas. Estos tejidos se encuentran en las partes del fuste donde se insertan las ramas de gran tamaño. *Galante, (1953)*

- d) **Excrecencias**

En ciertas especies aparecen crecimientos anormales en el fuste en formas de raros y gruesos nudos. Esto es debido a la formación de numerosas yemas que crecen juntas y apiñadas y que no pueden desarrollarse normalmente, y produciendo una madera cruzada de contra veta muy difícil de trabajar. *Galante, (1953)*

- e) **Madera floja**

Cuando una especie de parajes altos, secos y magros, se desarrolla en lugares bajos y húmedos, produce una madera floja, esponjoso y sin consistencia, que al secarse se

contrae muchísimo, de tal modo que no se puede utilizar. *Galante, (1953)*

f) Madera curvada

Los troncos curvados aserrados de bajo valor, por cuanto estos presentan betas muy atravesadas que le restan resistencia. *Galante, (1953)*

g) Falsa albura o lunación

Es la presencia de anillos de tejido leñoso muerto en el interior de la masa leñosa sana y viva. Esta falsa albura doble o triple altera fundamentalmente la homogeneidad de la masa leñosa inutilizándola para su uso en obras. *Galante, (1953)*

h) Acebolladura

Es la separación de los anillos de crecimiento entre si, parcial o totalmente, y a veces en forma consecutiva varios de ellos toman la forma característica de la cebolla. Proviene este defecto o anomalía generalmente de las flexiones que sufre el fuste del árbol por la acción del viento, como así también la helada puede producir esa avería. *Galante,(1953)*

i) Corazón descentrado

Este defecto se encuentra en las maderas que proceden de árboles criados en terrenos de pendiente muy rápida. Las raíces no son igualmente fuertes, según estén hacia arriba o hacia debajo de la pendiente y por la misma razón la parte estrecha del duramen corresponde a la de las raíces débiles, la formación leñosa es poco homogénea, pues los anillos son de diferente espesor, muy estrechos una parte y muy gruesos en otra. *Galante, (1953)*

1.2. Descripción de la especie en estudio

La especie Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., también conocido como Timbó, Oreja de Negro, Timbó Colorado, Timbó-Puitá- Toco y Guanacaste. *Enterolobium*, viene del griego entero por intestino y *lobion* significa lóbulo, aludiendo a la forma de sus frutos. *Contortisiliquum*, del latín *contortus-a-un* =significa retorcido y *siliqua* significa vaina, un tipo de fruto capsular seco,

aludiendo a la forma de sus fruto retorcido

(<https://www.arbolesornamentales.es/Enterolobiumcontortisiliquum.htm>)

1.2.1. Descripción Taxonómica

CUADRO N° 1: DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

	Reino:	Plantae
	Subreino:	Tracheobionta
	División:	Magnoliophyta
	Clase:	Magnoliopsida
	Orden:	Fabales
	Familia:	Fabaceae
	Subfamilia:	Mimosoideae
	Género:	Enterolobium
	Especie:	<i>E. contortisiliquum</i>
		(Vell.) Morong

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Enterolobium_contortisiliquum

1.2.2. Descripción Dendrológica

Según la Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia define a la especie de Timboy como un:

Arbol de mediano tamaño que llega hasta 30 m de altura y 100 cm de d.a.p. Copa desplegada, grande, irregular, algo plana, con ramas frondosas lenticeladas alargadas. Fuste recto-cilíndrico y grueso sin espinas que generalmente se ramifica en altura.

IMAGEN N° 2: ÁRBOL TIMBOY



Corteza externa escamosa, grisácea, con grietas longitudinales, levemente áspera, la corteza interna fibrosa, de color crema café, un poco pegajosa.

IMAGEN N° 3: CORTEZA DEL ÁRBOL TIMBOY



Hojas alternas, bicompuestas, foliolos opuestos, foliolulos opuestos, asimétricos, mucronados y numerosos, raquis con glándulas.

IMAGEN N° 4: HOJAS DEL ÁRBOL TIMBOY



Flores tubulosas, pequeñas, hermafroditas, con numerosos estambres, de color blanco, dispuestos en capítulos.

IMAGEN N° 5: FLOR DEL ÁRBOL TIMBOY



Fruto legumbre leñosa y retorcida, semejante a una oreja, verde cuando inmaduro y negro a la madurez. Semillas numerosas. (*Bonifacio Mostacedo, 2003*)

IMAGEN N° 6: FRUTO DEL ÁRBOL TIMBOY



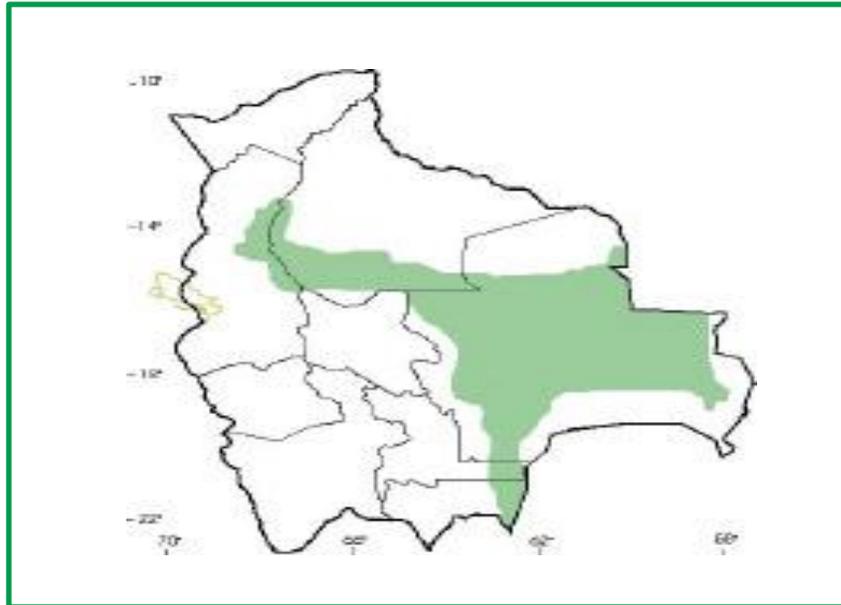
Plántulas: Hojas con pinnas opuestas, foliolulos opuestos, y de mayor tamaño que las hojas de las plantas adultas.

Distribución: Arbol de amplia distribución en diferentes tipos de bosques del departamento de Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija, Beni y La Paz.

Ecología: Especie decidua al fructificar. Crece en los bosques semidecuidos chiquitanos con influencia chaqueña del norte y este de Santa Cruz, también es frecuente en el bosque seco y húmedo del Chaco. Prefiere suelos arenosos.

Florece entre Septiembre y Noviembre, y es posible encontrar frutos entre Marzo y Septiembre y los frutos son consumidos por animales (*Bonifacio Mostacedo, 2003*)

IMAGEN N° 7: DISTRIBUCIÓN DEL ÁRBOL TIMBOY



Origen y hábitat: El Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., en Bolivia se lo encuentra en los Yungas y en la región chaqueña. Esta especie se desempeña bien en suelos húmedos y neutros. Requiere de abundante sol. (*Bonifacio Mostacedo, 2003*)

1.3. Transformación de la madera

Según Linares y colaboradores (2013) expone los siguientes conceptos de transformación de la madera como sigue:

1.3.1. Transformación primaria

Es el inicio de procesamiento al que se somete las trozas de madera para su aprovechamiento óptimo, mediante máquinas y técnicas que tienden a obtener el mayor volumen de madera aserrada con la más alta calidad posible.

1.3.2. Aserrado

Es la primera transformación de los troncos o madera en rollo, para obtener piezas de

madera de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones, mediante uso de aserraderos que pueden ser fijos, móviles y /o portátiles, con elementos cortantes de disco, cinta o de cadena.

1.3.3. Maquinas del proceso de aserrío

- **La Sierra sinfín** es una máquina para trabajo con madera, cuyo órgano principal de trabajo es una cinta de acero en forma de arco, en cuyos bordes se le han tallado dientes similar a una sierra de mano. Con la sierra sinfín es posible realizar operaciones que en una sierra circular son imposibles de realizar. La operación más frecuente que se realizan con ella es el contorneado de madera, aunque también puede realizarse cortes rectos.

IMAGEN N ° 8: MAQUINARIA DE ASERRADO



Fuente:https://www.google.com/search?q=sierra+sin+fin&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_zaHatJzfAhXRuFkKHxzAmIQ_AUIDigB&biw=1366&bih=608

1.3.4. Evaluación del aserrado

Según el autor Puertas y colaboradores (2013), evalúa normalmente el aserrado con las denominaciones de:

- **Fácil:** cuando no se presenta ningún inconveniente en el proceso de corte, ni desgaste excepcional de los elementos cortantes.
- **Moderado:** Cuando se presenta alguna dificultad en el corte, ya sea por características propias de la madera, como inclusiones (gomas y resinas), tipo de grano; o por el material de los elementos cortantes.
- **Difícil o muy difícil:** Cuando se reduce considerablemente la producción habitual del aserradero, ya sea por características propias de la materia prima, como

niveles alto de contenidos de sílice, dureza, etc.; o por el material de los elementos cortantes.

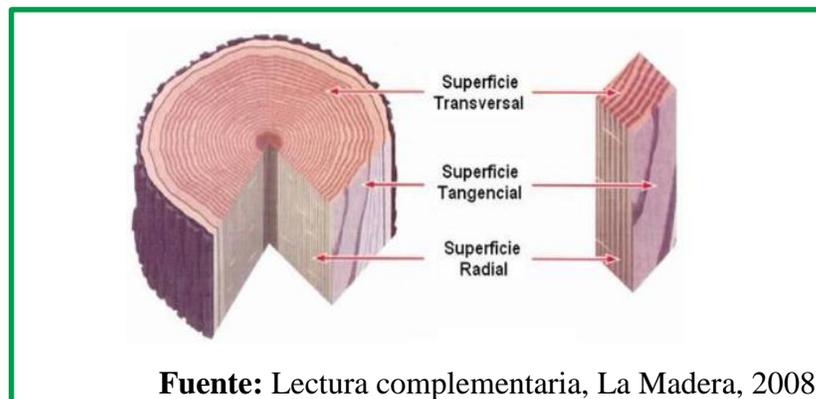
1.3.5. Planos de corte de la madera.

Debido a que los elementos constituyentes del leño se encuentran orientados y organizados en forma diferente según diversas direcciones consideradas, el aspecto de la madera cambia conforme el plano de corte en que es vista. (Vargas, 1987)

Los cortes en un tronco pueden ser de tres tipos puros:

- **Corte Transversal:** Los anillos de crecimiento se aprecian en forma de círculos concéntricos, cuyo origen es la medula del árbol, la apariencia de los rayos leñosos son más o menos estrechas, que cortan perpendicularmente a los anillos de crecimiento. La apariencia de las líneas es a veces más clara y a veces más oscuras que el resto de la madera. (Vignote y Jiménez, 2000)
- **Corte Tangencial:** Los anillos se aprecian en forma de “V” invertida, son líneas de madera de color más oscuro que el resto de la madera, de escasa anchura (de unas décimas de mm) y de longitud muy variable (de 1 a 100 mm) orientadas según al eje del árbol. (Vignote y Jiménez, 2000)
- **Corte Radial:** Los anillos se aprecian como líneas paralelas, en la misma dirección que la longitud de la pieza, el radio se presenta como un espejuelo cuya anchura es la de la totalidad del corte, y longitud variable. (Vignote y Jiménez, 2000)

IMAGEN N° 9: PLANOS DE CORTE DE LA MADERA



1.3.6. Secado de la Madera

Según el “Manual de transformación de la madera” de Puertas y colaboradores (2013) define de la siguiente manera el proceso de secado de la madera y el tipo de secado como la operación que tiene por objeto eliminar el exceso de agua de la madera o disminuir el contenido de humedad de la madera húmeda o verde, en condiciones rápidas, económicas y sin ocasionar defectos que no alteren a sus propiedades mecánicas.

1.3.6.1. Fases de la eliminación del agua de la Madera

Se realiza según la especie. El árbol en pie contiene agua y sustancia líquidas hasta en un 400% de contenido en humedad, cuando se tala el árbol, inicialmente la troza pierde las sustancias líquidas especialmente por la zona de albura. El agua libre es la primera en salir, siguiéndole el agua higroscópica.

1.3.6.2. Formas de secado de la Madera

1.3.6.2.1. Secado al natural o al aire libre: es la primera etapa del secado, y puede disminuir la humedad de la madera hasta que la humedad del ambiente lo permita. La consideración general para el secado natural es hacerlo bajo techo o cobertura, y de preferencia los extremos de las tablas apiladas no deben estar expuestos a la radiación solar. (Puertas y colaboradores, 2013)

El apilado de madera depende de las características de la especie:

- ***Apilado en triángulo horizontal:*** se recomienda para maderas que no son susceptible a la mancha azul y con poca deformación.

IMAGEN N° 10: APILADO EN TRINGULO HORIZONTAL



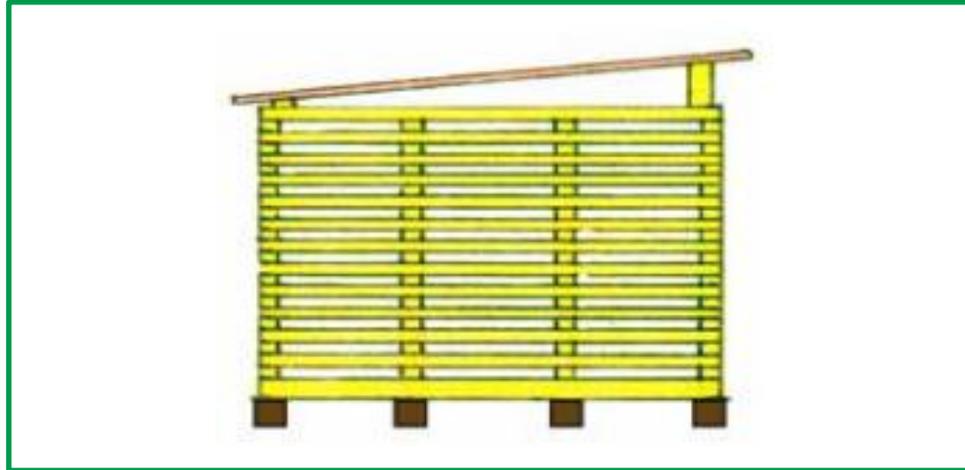
- *Apilado en talanqueras o caballetes:* recomendable con tablas de espesores menores de 1.5 pulgada, fáciles de secar y con mínimas tendencias a la deformación.

IMAGEN N° 11: APILADO EN TALANQUERAS O CABALLETES



- *Apilado horizontal con separadores:* debe tener un grado mínimo de pendiente, para acelerar la salida del agua libre.

IMAGEN N° 12: APILADO HORIZONTAL CON SEPARADORES



- **Apilado en cuadrado horizontal al aire libre:** Permiten la circulación del aire entre las tablas; además si el apilado de las piezas es correcto, se reduce el nivel de deformaciones (*Junta del acuerdo de Cartagena, 1989*)

IMAGEN N° 13: APILADO EN CUADRADO HORIZONTAL AL AIRE LIBRE



1.3.6.2.2. Secado en cámara

Va a depender del tipo de cámara y cómo esté construida, dependiendo del material utilizado para su aislamiento, de la fuente de calor, por su costo eficiencia de la especie de madera y el espesor de las tablas. (Puertas y colaboradores, 2013)

1.3.6.3. Defectos de la madera atribuibles al secado

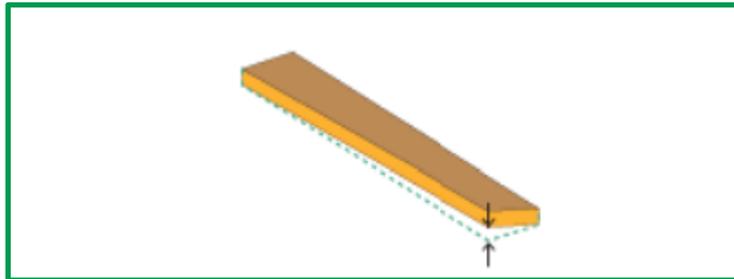
Muchos de los defectos que se presentan en la madera son producto de los patrones de variación durante el secado de maderas juveniles, procedentes de plantaciones forestales; las mismas que son resultantes de:

- Las diferencias que se presentan dentro de un mismo anillo de crecimiento.
- Los cambios que ocurren a medida que avanzamos de la médula hacia la corteza.
- Los cambios que se producen a diferentes niveles de altura.

a) Alabeos: Cualquier desviación de alguna de las superficies de la madera o una combinación de éstas son deformaciones que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de su eje longitudinal o transversal (o ambos a la vez), como consecuencia de la pérdida de humedad. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)

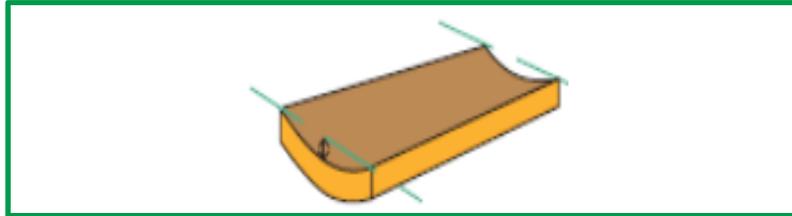
b) Torceduras Este defecto se caracteriza por la forma de hélice que adopta la madera. Suelen ser causadas por la presencia de fibras desviadas o en espiral. También pueden originarse a partir de distorsiones localizadas del grano, como por ejemplo las relacionadas a nudos, inserción de ramas, entre otros. Torcedura de la madera. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)

IMAGEN N° 14: TORCEDURA DE LA MADERA



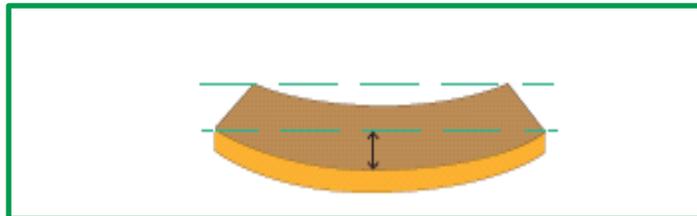
c) Abarquillado: Es el alabeo de las caras de una pieza aserrada, se produce cuando una de las caras seca más rápidamente que la opuesta, lo que puede ocurrir cuando una de las caras está expuesta a la sombra y la opuesta al sol. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)

IMAGEN N° 15: ABARQUILLADO DE LA MADERA



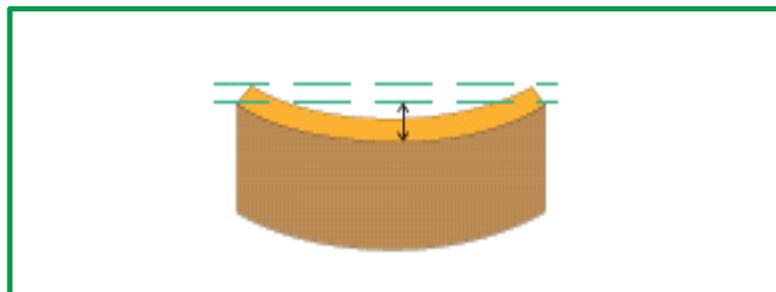
d) **Combado:** Es un tipo de deformación que provoca la curvatura de su eje longitudinal. Esto se presenta como consecuencia de una excesiva contracción longitudinal, y a veces se produce por el mal apilado de la madera; el uso de separadores demasiado distantes entre sí. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>, 2018)

IMAGEN N° 16: COMBADO DE LA MADERA



e) **Encorvadura:** Es una deformación de los cantos por diferencias de contracción, estando la superficie de la pieza en un mismo plano. La encorvadura es uno de los alabeos más graves, puesto que no es posible reducir su intensidad una vez que se ha hecho presente. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>)

IMAGEN N° 17: ENCORBADURA DE LA MADERA



1.3.6.4. Clasificación de Madera seca

Según Linares y colaboradores (2013), clasifica las piezas de madera después del proceso de secado en:

- **Maderas del «Grupo A»** (madera sin defectos): se clasifica así a las maderas de secado óptimo que en el proceso de pre secado o el programa adecuado de secado en cámara no presentan más variaciones que la reducción de sus dimensiones. Esta contracción se considera normal. Puede admitirse pequeñas grietas en los extremos, siempre que no sobrepasen en longitud el 1% del largo total de la tabla.
- **Maderas del «Grupo B»** (maderas con defectos leves o moderados): Son aquellas cuyas deformaciones inciden en las propiedades y las dimensiones de las maderas. Las piezas son recuperables puesto que el defecto normalmente desaparece mediante el recorte o cepillado, utilizándolas como piezas cortas. Estos defectos se toleran en las siguientes dimensiones:
 - Torceduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o un centímetro de flecha máxima a lo largo de la arista mayor.
 - Arquea duras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o no más de un centímetro de flecha máxima entre la cara y la superficie plana de apoyo.
 - Grietas y rajaduras de menos del 5% del largo de la pieza, ubicadas en los extremos.
- **Maderas del «Grupo C»** (maderas con defectos severos o graves): Son aquellas piezas no aceptables porque modifican en gran medida las propiedades y las dimensiones de las tablas, ocasionando que en algunos casos las piezas queden inservibles. Es de esperar que las maderas inservibles no sobrepasen el 8% del lote de madera seca, cifra perfectamente manejable. Los defectos se presentan con las siguientes características:
 - Torceduras de más de un milímetro de longitud respecto a la dimensión mayor.

- Rajaduras en los extremos de más de 10% del largo de la pieza.

1.4. Trabajabilidad de la madera

Según Serrano (2000), el maquinado de la madera es una de las propiedades tecnológicas que influyen en la utilización o subutilización de las especies forestales maderables, ya que determina la facilidad o dificultad de su procesamiento a ser sometidas a las máquinas y herramientas por lo que su conocimiento, permite observar la calidad superficial que se obtendrá de la madera una vez elaborada en un producto final.

Los procesos de la industria carpintera se inician con la recepción de la madera transformada en el aserradero y terminan con la expedición de un artículo o producto de madera terminado (Parish, 2001).

Cuando a una madera se le practica algún tipo de corte para encajarla en otra pieza de madera o metal, se dice que ha sido sometida a una operación de trabajabilidad (JUNAC, 1988). Entonces se dice que trabajabilidad de la madera es el conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta al trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas. Se dice entonces que una madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra, al cepillado, al moldurado, al torneado, al lijado, al taladrado, al engomado o encolado, etc.

1.4.1. Características de Maquinado

Las características de maquinado se refieren al comportamiento de la madera al ser procesada con máquinas cortantes en las operaciones de cepillado, torneado, moldurado, taladrado y lijado, y se evalúan en función de la tersura de la superficie donde se efectúa el corte o lijado. La calidad de la superficie labrada depende directamente de las características de las herramientas utilizadas y de algunas propiedades tecnológicas de la madera. (*American Society for Testing and Materials ASTM-D-1666-64, 1970*)

1.4.2. Características inherentes de la Madera que influyen en su Trabajabilidad

De acuerdo al autor Flores y Fuentes (2001), las características y propiedades de la madera que influyen en la calidad de superficie de maquinado son:

- **Grano:** Término que se refiere a la forma en cómo se desarrollan las fibras de la madera a lo largo y ancho del tronco y ramas.
- **Densidad:** Está correlacionada directamente con las propiedades mecánicas y particularmente con la resistencia que la madera opone a la penetración y al corte cuando se trabaja con máquinas y herramientas. Una densidad alta, implica la remoción de una mayor cantidad de sustancias, por lo que al someterlas a su procesamiento causa mayor fricción de la arista de corte, obteniéndose un desafilado más rápido de la herramienta. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se maquinan mejor que las maderas ligeras.
- **Elasticidad:** Es la capacidad de la madera de comprimirse bajo la acción del elemento de corte y retorna a su estado original una vez que se ha terminado el trabajo de corte, lo que determina el ancho de corte. Es decir que una madera con menor elasticidad requiere de un menor ancho de corte que una madera más elástica.
- **Contenido de humedad:** Las maderas con bajos contenidos de humedad presentan una mayor resistencia a la penetración de las herramientas de corte, ocasionando el defecto de grano astillado en la superficie de la pieza maquinada. Por el contrario, las maderas con altos contenidos de humedad presentan menor resistencia a la penetración de la herramienta de corte, presentándose frecuentemente el defecto de grano velloso.
- **Nudos:** De acuerdo al libro de Vargas et. Al., 2007, los nudos afectan por las variaciones de la dirección de las fibras y el ángulo fibrilar, las diferencias en peso específico (diferentes tensiones) y presencia de grietas en nudos. El mayor efecto es en la tracción la que se reduce drásticamente.
- **Dirección del hilo:** La irregularidad de la dirección de las fibras hace variar continuamente las características de orientación del hilo con perjuicios sobre la

superficie trabajada. El hilo desviado reduce la resistencia de la madera, agrega dificultad en el maquinado de la madera y puede incrementar las tendencias a la deformación.

- **Textura:** Las maderas con textura fina y homogénea presentan mejor calidad de maquinado que aquellas con textura media y más aún que aquellas con textura gruesa heterogénea.
- **Porosidad:** La porosidad no parece tener una influencia directa sobre el maquinado, ya que en general en maderas con porosidad circular, semicircular, y difusa al maquinaslas se obtiene una buena calidad.
- **Contenido de extractivos:** El contenido de extractivos en las paredes celulares y las partículas minerales que se encuentran en las cavidades celulares (sílice y cristales) son igual de importantes. Los primeros hacen que la madera sea más dura, mientras que las partículas minerales desarrollan una acción de rápido desgaste sobre el filo de la herramienta.
- **Numero de anillos de crecimiento por centímetro:** Al trabajar la madera es importante conocer el número de anillos que tiene por centímetro que tiene, porque este puede afectar la apariencia, la trabajabilidad y otras propiedades de la misma. Las maderas con porosidad difusa son menos afectadas por este factor que las maderas con porosidades circulares. En general maderas con mayor número de anillos por centímetro tienden a presentar una mejor calidad de maquinado.
- **Temperatura:** Aumentan la agitación molecular y disminuyen la cohesión, la madera de reacción aumenta la lignina en coníferas y la celulosa en latifoliadas. (Vargas, 2007).

1.4.3. Características de la composición de las herramientas de corte

El gran desarrollo tecnológico que alcanza en los últimos años el sector de la industria maderera ha traído un gran cambio, además de la modernización de la maquinaria, también en las herramientas de corte empleada.

- **Acero con alto contenido de cromo (HLS):** Se usa en la elaboración de herramientas integrales, es decir que los elementos de corte son del material que el

cuerpo de la herramienta, adecuado para trabajar maderas blandas y duras con velocidades de alimentación no muy elevadas y velocidades periféricas.

- ***Acero rápido al molibdeno (SSE):*** Se usa en la fabricación de herramientas integrales al igual que el anterior, es un acero de alto rendimiento, indicado para el trabajo de grandes cantidades de madera blanda y dura. Recomendado para altas velocidades de rotación y sobre todo cuando se exige una superficie tersa o de lo más lisa posible.

- ***Acero súper rápido al cobalto (HSSco):*** Es una herramienta con elementos de corte recubiertos, es decir, que solo los elementos de corte son de este tipo de acero y el cuerpo de la herramienta es de otro material. Este tipo de acero es de alto rendimiento, es conveniente para trabajar a elevadas velocidades de rotación.

- ***Hart Metal (HM):*** Metal duro a base de carburo de tungsteno con carburo de titanio, es usado en la fabricación de herramientas con elementos de corte recubiertos al igual que el anterior, adecuado para todos los trabajos e indispensable para maderas abrasivas.

1.4.3.1. Ensayos de Trabajabilidad

1.4.3.1.1. Cepillado

Según Serrano & Sáenz, 2001, el Cepillado es una operación en la cual se genera una superficie plana y se elimina un exceso de la madera aserrada, por medio de la producción de virutas. El cepillado es una de las operaciones más importantes en la mayoría de los productos que se elaboran tomando como materia prima la madera.

El defecto de mayor ocurrencia en esta operación son: grano arrancado, grano velloso, grano levantado y las marcas de astillas. El efecto de disminuir la velocidad de alimentación también es un factor importante de considerar, ya que se ha comprobado que utilizando una baja velocidad de alimentación, la calidad de la superficie cepillada de incrementa. Esto explica en buen parte porque en la medida que se reduce la velocidad de alimentación, la cantidad de madera que tiene que

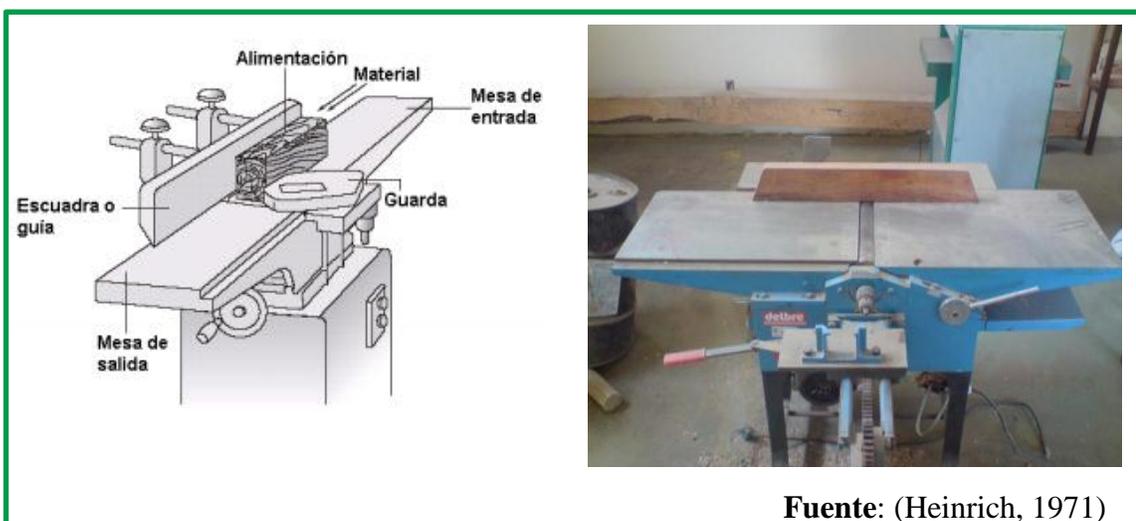
remover cada cuchilla al cortar es menor (Herrera, 1981). Las maderas que al ser cepilladas presenten superficies de mala calidad tendrán poca aceptación, principalmente en productos donde la cara sea visible. Esto reduce de forma significativa la calidad estética del producto. (<https://edoc.site/trabajabilidad-de-la-maderadocx-pdf-free.html>)

- **Maquinaria:** Según Heinrich (1971), tiene por objeto, obtener piezas de dimensiones exactas con un acabado lizo y suave, de superficies perfectamente planas, lo que se consigue con las cuchillas de acero rotatorias. La porta cuchillas es la pieza principal de la máquina, provisto en el caso de cuatro cuchillas.

El principio de acción de cepillado es el siguiente: la máquina de cepillar trabaja con cuchillas rotativas que levantan una viruta corta. La madera a ser cepillada pasa desde la parte delantera de la mesa que le presta un apoyo firme, se acerca a las cuchillas que van arrancando todo lo que se pone al alcance del arco que describen.

En la práctica la mesa de salida tiene que estar enrasada con la arista superior de la superficie cilíndrica engendrada por la rotación de los filos de las cuchillas; la mesa de alimentación tiene que estar más baja que la otra siendo la diferencia de nivel igual al espesor de la viruta. (Heinrich, 1971)

IMAGEN N° 18: MAQUINA DE CEPILLADO



Fuente: (Heinrich, 1971)

1.4.3.1.2. Lijado

La operación de lijado es una parte importante del proceso de reparación por lo que constituye una condicionante fundamental para la productividad y el encarecimiento de la reparación.

Para conseguir un acabado de calidad, el operario debe conocer y dominar las operaciones que intervienen en la preparación de las superficies como la correcta selección de del abrasivo y del equipo esto se lo puede realizar a través de diferentes tipos de lijas ya que estas cuentan con una gran gama de materiales, de igual manera hay lijadoras mecánicas fijas y portátiles que facilita el trabajo de remoción o abrasividad. (Serrano y Sáenz, 2001)

IMAGEN N° 19: MAQUINA DE LIJADO



Fuente: Serrano y Sáenz, 2001

1.4.3.1.3. Moldurado

Según Castillo, 1976; el moldurado consiste proporcionar a una pieza de madera un perfil terminado y con una figura deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación. En esta operación tenemos 2 tipos de moldurado:

- Moldurado longitudinal (machimbrado)

- Moldurado transversal (en curva o recto).

- **Maquinaria Tupí:** La fresadora vertical o tupí, según *Parish, (2001)*, es una máquina de funcionamiento sencillo pero potencialmente muy peligrosa. Si las cuchillas de la fresadora vertical se separan de las abrazaderas superior e inferior de la porta cuchillas, pueden salir lanzadas con gran fuerza, además suele ser preciso sujetar el material cerca de la cuchilla, la sujeción debe realizarse con una porta pieza y no con las manos del operario. Pueden utilizarse cepos para sujetar el material a la mesa. *Heinrich, (1971)*; menciona que la tupí puede realizar los siguientes trabajos: ranura o rebaja, moldeado de cantos rectos, ranura para machihembrados, cantos curvos y molduras.

IMAGEN N° 20: MAQUINA DE MOLDURADO - TUPI



Fuente: Parish, (2001)

1.4.3.1.4. Taladrado

Según De Los Ríos 2005, el taladrado de la madera consiste en realizar una perforación de un diámetro deseado en la misma, con una gran variedad de máquinas que pueden ser de una o varias brocas colocadas horizontal o verticalmente, comúnmente se hace para colocar espigas, tornillos, pernos para madera y herrajes o elementos de unión o ensamble

- **Maquinaria Escoplo – Taladro:** Según Heinrich (1971), El escoplo es utilizado para realizar perforaciones, utilizadas en la unión o introducción de espigas. Determinado el espesor, elegida la broca, regulada en la altura y profundidad, la pieza es ubicada en la mesa de apoyo, sujeta ésta con la prensa incluida, el mecanismo de perforación consiste en acercar frontalmente la pieza hacia el sector de la broca, realizada la perforación, se procede a realizar movimientos laterales para el afinado.

IMAGEN N° 21: MAQUINA DE TALADRADO



Fuente: Heinrich (1971)

1.4.3.1.5. Torneado

Se define como la operación en la cual mediante el uso de cuchillas o gubias se le da la figura deseada a las piezas de madera. (De los Rios,2005).

La velocidad periférica de la pieza varía debido a los diferentes círculos de corte que se producen, cuando la dirección de avance de la cuchilla es normal al eje de rotación de la pieza torneada, la velocidad de alineación disminuye a medida que el corte avanza de la periférica hacia el centro.

Cuando se utilizan tornos manuales se recomienda que la velocidad de avance sea lo más uniforme posible, cuidando siempre que la pieza a torner no se quemé por contacto prolongado en un punto entre esta y la herramienta de corte.

La velocidad del giro del cabezal del torno depende tanto del diámetro de la pieza a tornear, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para tornear piezas de diámetro grandes esta debe ser reducida, mientras que para tornear piezas de diámetros pequeños esta debe ser mayor, por lo que es recomendable tener en el torno por lo menos cinco velocidades de giro diferentes (500. 1000, 1500, 3000, 5000 r.p.m.). La mejor calidad de torneado se obtiene en maderas que presentan una alta densidad y una textura fina. (Flores y Fuentes, 2001).

- **Maquinaria el Torno:** Rosales (2006), menciona que el torno es la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de madera y la hace girar mientras una herramienta de corte da forma al objeto.

IMAGEN N° 22: MAQUINA DE TORNEADO



Fuente: Rosales (2006).

- **Herramientas para el torneado**
 - a) **El formón.** Es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpintería. Se compone de hoja de hierro acerado, de entre 4 y 40 mm. de ancho, con boca formada por un bisel, y mango de madera. Su longitud de mango a punta es de 20cm. aprox. El ángulo del filo oscila entre los 25-40°, dependiendo del tipo de madera a trabajar: madera blanda, menor ángulo; madera dura, mayor ángulo.
 - b) **La gubia.** La gubia es un formón de media caña; es decir acanalada, que se usa para tallar y ahuecar la madera. Las principales gubias utilizadas por los tallistas y otros profesionales de la madera se pueden dividir en:

- **Gubias planas.** Parecidas a los formones, pero con una leve curvatura que facilita mucho su uso a la hora de la talla, ya que así se evita que los vértices del extremo cortante rayen la madera.

- **Gubias curvas o con forma de U.** Tienen forma semicircular, puede ser de extremo cóncavo o convexo con radio variado y su uso facilita la desgastación de la madera antes de llegar a tocar la forma final deseada.

- **Gubias punta de lanza o en vértice.** Son como la conjunción de dos formones en un vértice y su uso principal es el de usar la punta de unión como elemento de corte que marca la forma de manera previa. Los formones son diseñados para realizar cortes, muescas, rebajes y trabajos artesanos artísticos de sobre relieve en madera. Se trabaja con fuerza de manos o mediante la utilización de una maza de madera para golpear la cabeza del formón.

1.4.3.2. Defectos comunes en el maquinado de madera

▪ **Grano arrancado o astillado:** Se presenta en las operaciones de moldurado, torneado y taladrado y principalmente en cepillado. Este defecto se presenta cuando la viruta se quiebra bajo el nivel de la superficie de la pieza, dejando pequeños huequecillos en ella. Es el defecto más grave y a la vez el más difícil de eliminar en una operación posterior de lijado. *(Serrano & Sáenz, 2001)*

Este defecto se debe a varias causas principales, entre las que destacan:

- a. Elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.)
- b. Elevada velocidad de avance de la madera.
- c. Elevado ángulo de ataque (30° o más).
- d. Madera de alta dureza y muy seca (por debajo del 12% de C.H.).
- e. Profundidad de corte elevada (más de 3 mm. por pasada, en el cepillado).

▪ **Grano velloso.** Se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado, torneado y lijado, consiste en fibras o grupos de fibras levantadas sobre la superficie de la pieza que no fueron cortadas por la cuchilla, fresa, broca, u otra

herramienta de corte, sobresalen de la superficie general de la tabla sin desprenderse. En la mayoría de los casos se puede corregir durante el proceso de lijado, pero requiere de un mayor costo, tanto a nivel de esfuerzo como de tiempo. (*Serrano & Sáenz, 2001*)

Las principales causas de este defecto son:

- a) Madera de tensión debido al crecimiento anormal del árbol.
 - b) Filos redondeados de la cuchilla.
 - c) Angulo de ataque pequeño (15° o menos).
 - d) Madera húmeda.
 - e) Madera de baja dureza.
- **Grano levantado.** Condiciones de aspereza en la superficie de la madera, en la que una parte del anillo de crecimiento u otra sección de madera se levanta sobre la superficie general de la pieza trabajada. fuente (*De Los Ríos, 2005*).
 - **Grano rugoso.** Este defecto se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado y torneado; cuando la madera entra en contacto con las cuchillas, éstas ejercen presión sobre las fibras, las cuales comprimen a su vez los vasos, que al estar rodeados de parénquima, hacen que al pasar la cuchilla sobre la madera se hundan antes de ser seccionados y luego emerjan a la superficie, dándole a ésta, apariencia y sensación ásperas. Puede también suceder por una separación de láminas por los anillos de crecimiento. Fuente (*Serrano & Sáenz, 2001*).

Otras causas son:

- a. Porosidad elevada (circular).
- b. Mucha presión de los rodillos alimentadores.
- c. Madera relativamente húmeda.
- d. Cuchillas con filos redondeados.

e. Baja velocidad de avance de la madera

f. Bajo ángulo de corte (10 -15°).

Este defecto es relativamente fácil de eliminar en una operación posterior de lijado.

1.4.3.3. Calificación de las pruebas de maquinado

La calificación de las probetas con las que se evalúa el maquinado de la madera está referida a grados de defectos de 1 a 5, de acuerdo a patrones obtenidos de las Normas:

CUADRO N° 2: CALIFICACION DE PROBETAS DE MAQUINADO			
RANGO	CALIDAD	GRADO	DESCRIPCION
0,0 – 1,0	Excelente	1	Libre de defecto.
1,0 – 2,0	Buena	2	Con defectos superficiales que pueden eliminarse
2,0 – 3,0	Regular	3	Con defectos marcados que pueden ser eliminados utilizando lija gruesa de N° 60 y después con una lija fina de N° 100
3,0 – 4,0	Mala	4	Con defectos severos que para eliminar se requiere cepillar de nuevo la pieza de madera.
4,0 – 5,0	Deficiente	5	Con defectos muy severos que para eliminarse son necesarios sanear la pieza de madera.

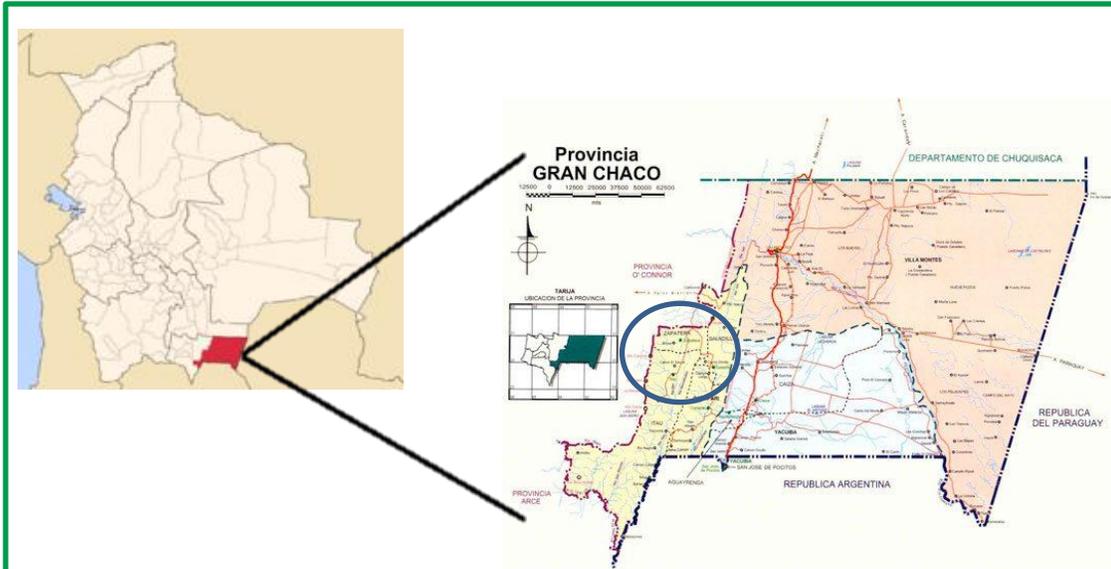
Fuente: Norma y métodos para ensayos tecnológicos sud proyectos N/1- estudio de tecnología e Ingeniería de la Madera. Norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

CAPITULO II

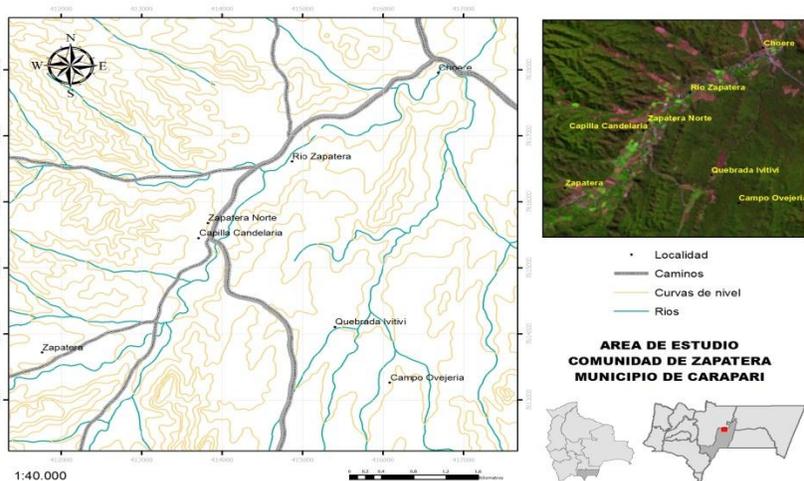
2. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la Comunidad de Zapatera Provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija.

IMAGEN N° 23: ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Recopilación de imágenes <https://www.google.com>



Fuente: Elaboración propia

2.1. Aspectos espaciales

2.1.1. Ubicación geográfica

La Comunidad de Zapatera Norte cuenta con personería jurídica, que corresponde al Distrito Municipal N° IV, Segunda Sección de la Región Autónoma del Gran Chaco del Departamento de Tarija del Estado Plurinacional de Bolivia, está ubicado geográficamente entre los paralelos 21° 32' 20" y 21° 36' 54" de latitud sur y los meridianos 63° 48' 05" y 63° 55' 05" de longitud Oeste, está ubicada a 150 km al Este de la ciudad de Tarija. (Reseña Histórica)

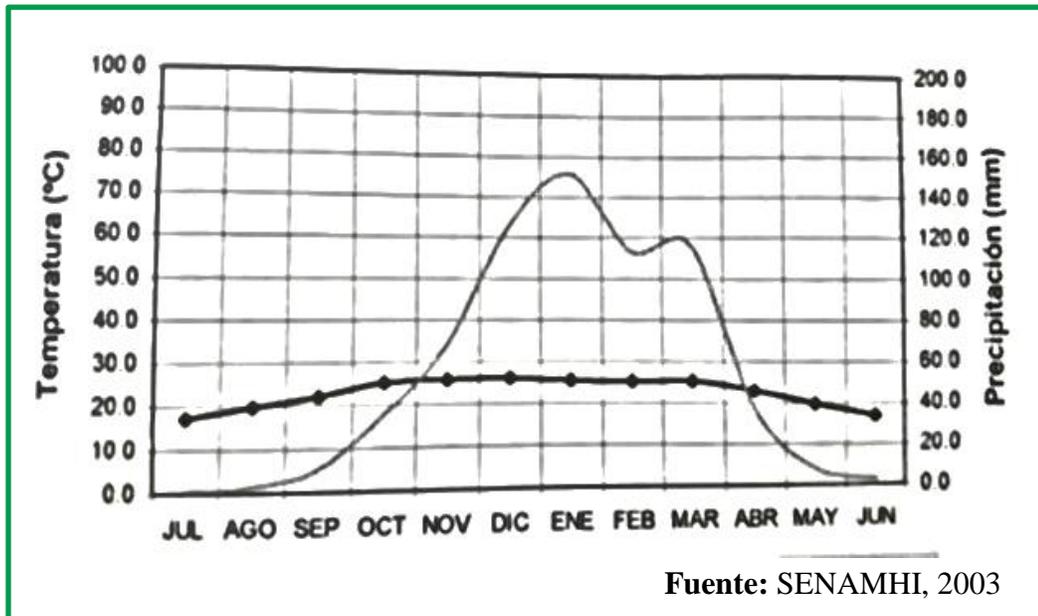
La Comunidad de Zapatera Norte colinda al Norte con la comunidad de Palos Blancos y Algodonal, al Sur con la Comunidad de Zapatera Centro, al Este con la comunidad de Acheral y Berity Chaco, y al Oeste con la provincia O'Connor. Se cuenta con una sola vía de acceso la cual está en buenas condiciones ya que se cuenta con carretera asfaltada, ingresando por Choere cruce de la carretera Tarija – Yacuiba o viceversa, aproximadamente 5 km del cruce hacia sur. La comunidad de Zapatera Norte cuenta una extensión territorial aproximadamente de 15000 hectáreas y se encuentra a 950 msnm. (Reseña Historica)

2.2.Aspectos biofísicos

2.2.1. Clima

La zona de estudio no cuenta con estación meteorológica, razón por la cual se tomó referencia la estación meteorológica de Itau, distante a 15 km de la Comunidad de Zapatera Norte, debido a su homogeneidad de condiciones.

GRÁFICO N° 1: ESTACIÓN METEOROLÓGICA



El clima del lugar es cálido-templado donde la temperatura más altas que ha alcanzado 30°C a 40°C en las épocas calurosas de Diciembre y Enero, y para los meses de invierno se reporta una temperatura promedio de 17 °C, las heladas son tema importante para los pobladores debido a que si llega muy temprano representa un peligro para su cosecha de su temporada. En cuanto a las épocas de sequía se da en tiempos de calor abarcando de Mayo a Octubre y los meses de mayor precipitación son de Noviembre a Marzo, debido a la estacionalidad de las lluvias, la ganadería soporta una época muy crítica, lo cual ocasiona problemas serios debido a la alta concentración del ganado a nivel de las aguadas. (Ramos M. 2003)

2.2.2. Suelo

La Comunidad de Zapatera Norte se caracteriza por tener suelos ligeramente livianos y profundos a muy profundos, con una probabilidad de erosión moderada, se presentan suelos moderadamente salinos formados por arena fina limosa, bien drenados en las terrazas y moderadamente drenados en las cañadas, donde existe riesgo de inundación anualmente. Es zona árida donde se desarrolla un monte semiárido bajo xerofítico con dominación de especies caducifolias. El color de suelo

es pardo amarillenta, con textura franco a franco arenosas. La localidad está expuesta a procesos de erosión hídrica, donde las raíces de los árboles que han quedado expuestas desempeñan en ocasiones una importante defensa al suelo a modo de barreras muertas. Las pendientes varían entre 0,5 y 10% con una disponibilidad natural de nutrientes de baja a media. (Ramos M. 2003)

2.2.3. Flora

Las principales especies que predominan en la zona de estudio son:

CUADRO N° 3: ESPECIES VEGETALES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	UTILIDAD
Cebil chico	<i>Anaderanterasp</i>	Leg. Mimisoidea	Madera, leña y tintura
Algarrobo blanco	<i>Prosopis alba</i>	Leg. Mimisoidea	Madera dura, fruto dulce y agradable, bueno para resfresco, chicha, excelente para alimentos balanceados de ganado
Guayacán	<i>Caesalpina paraguariensis</i>	leg. Sesalpinoidea	Madera finas para muebles, en proceso de extinsion
Cebil colorado o corupay	<i>Piptadenia macrocarpa</i>	Leg. Mimisoidea	Taninos en un 13 %, bueno para curtiembre de cueros, madera buena para postes, genera la goma arábica
Mistol o quillay	<i>Zizipus mistol</i>	Ramnáceae	Frutos comestibles, madera buena para ebanestería, la corteza sirve como jabón, la madera quemada suministra sal potásica en un 17%
Palo borracho	<i>Calyxophyllum multiflorum</i>	Bombacaceae	Da algodón sedos, la corteza es buena para elaborar piolas, estera, amacas, también para fabricar carton y papeles
Nogal	<i>Juglans australis</i> (<i>Juglans boliviana</i>)	Juglandaceae	Para alimentacion y madera
Palo blanco	<i>Calyxophyllum multiflorum</i>)	Rubiaceae	Madera dura buena para viga
Quina colorada	<i>Myroxilium peruiferum</i>	leg. Papilionaceae	Contiene sulfato de quinina para convatir el paludismo
Tipa colorada	<i>Pterogenienitens</i>	leg. Casalpinoidea	De su corteza se obtiene jaleas o miel que sirve como parches que curan fracturas de huesos,
Pacara	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Leg. Mimisoideae	Semilla molida sirve como jabón, buena para ebanestería, su corteza sirve para limpiar ropa. Atrae nubes y humedad admosférica
Roble	<i>Amburanacearensis</i>	Leg. Papilionaceae	Madera de calidad
Lecherón de río			Liquiso bueno como trampa
Guayabilla	<i>Eugenia mato</i>	Mirtaceae	Bueno para dardos de flecha, utensilios de labranzas, punsones, picos palas de madera, para machimbres, comestible.
Tala	<i>Celtis espinosa</i>	Ulmaceae	Forraje para ganado y leña

Coca de cabra	<i>Capparisretusa</i>	Capparaceae	Cáuticos y sinapismos, las raíces contienen estrinas la que optiene por cocción
Tusca	<i>Acasia aromo</i>	Leg. Mimosoideae	Leña, fruto comestible y desinfectante
Tabaquillo	<i>Solanumriparium</i>	Solanaceae	
Chañar	<i>Geoffroea dicorticans</i>	leg. Papilionaceae	Fruto comestible, cura indigestiones y sirve como purgante
Carnaval	<i>Leg.sesalpinoideae</i>	Cassia Carnaval	Maderablanda, para construir jugos, picotas y otros utensilios
Espinillo			Medicinal, liquido hervido
Ancoche	<i>Vallecia glabra</i>	Apocinaceae	Frutos comestibles para los animales y leña
Garrancho			Forraje para ganado y leña
Choraque			Forraje para el ganado y leña
Palo mataco	<i>Achotocarpus praecox</i>	Achotocarpaceae	Arcos para flecha y leña
Caraguata	<i>Bromelia serra</i>	Bromeliaceae	Forraje y medicinal
Camalote	<i>Trichachne sp.</i>	Graminea	Pasto para ganado, invasora

Fuente: Boletas comunales,2005

2.2.4. Fauna

Principales especies que predominan en la Comunidad de Zapatera norte son:

CUADRO N° 4: ESPECIES ANIMALES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	UTILIDAD / DESVENTAJA
Mamíferos		
Corzuela		Piel fina se usa para lazos y trenzados y carne
Acuti	<i>Agouti paca</i>	Roedor, comestible
Chanco del Monte	<i>Tayassupecari, T. Alvirostris</i>	Carnecomestible y daña a maizales
Quirquincho	<i>Dasypus septuncunctus</i>	Es objeto de caza deportiva actualmente y es comestible. En extinción por su carne exquisita
Puma		Dizma el ganado menor y crías de ganado mayor
Gato Montes		Daños para aves de corral y se caza por su piel fina
Anta	<i>Tapirus terrestris</i>	Carne dura, insípida y es consumida, cuero bueno para trenzados
Primates	<i>Cebus alleifroma, C. arnatus</i>	daños para los maizales
Roedores	<i>Generos oryzomys</i>	Grandes, dañinos y portadores de enfermedades
Zorro		Perjudicial para ganado menor y aves
Pava del Monte	<i>Opisthocomis</i>	Carne comestible.
Tucán	<i>Hoazin, Penelope jacquacu</i>	Plumaje multicolor es atractivo, dañinos para plantaciones de papaya y otros frutales. Son comerciales
Loros	<i>Ara rubiogenisa, Aauricollis</i>	Perjudiciales para cultivo de gramíneas y maíz. Son comerciales.
Paloma		Carne comestible.
Gallareta		Plumaje bello, es atractivo.

Fuente: Boletas comunales,2005

2.2.5. Recursos Hídricos

Los ríos que discurren por la sección son tributarios de la cuenca mayor del Río de la Plata, porque forman parte de la cuenca del río Tarija y del río Pilcomayo, distinguiéndose otras subcuencas formadas por los ríos Chiquiacá, San Nicolás, Itau, Caraparí, Isiri y Palos Blancos. (*Ramos M. 2003*).

La comunidad de zapatera Norte, está ubicada en ambas riberas de la quebrada que lleva el nombre de quebrada de Zapatera y otra quebrada de Caraguatarenda cuyas aguas nacen de las cuencas de la comunidad de Llanadas, Arrayanal y Altos los Zarzos y desembocan sus aguas a Puerto Margarita a la cuenca del Río Pilcomayo.

2.2.6. Recursos Hidrocarburíferos

La explotación petrolera genera en forma directa ingresos económicos para la zona, así como fuentes de trabajo, ya que en estos momentos se encuentra una empresa petrolera explorando hidrocarburos. (*Elaboración propia – Información primaria*)

2.3. Aspectos Socioculturales

La Comunidad de Zapatera Norte cuenta con una población total de 280 habitantes, agrupados en 135 familias. La falta de oportunidades económicas y el constante instinto de superación, produce una dinámica poblacional, expresada en los flujos migratorios temporales y/o permanentes. Donde la población en especial los jóvenes buscan mejores oportunidades, en trabajos temporales o definitivos en otras regiones. En su gran mayoría la población es de origen mestizo seguido por guaraní que profesan el catolicismo y mantienen algunas creencias tradicionales, caracterizándose por adoptar el idioma castellano. En cuanto a las necesidades básicas la Comunidad no cuenta con sistema de tratamiento de agua potable las mismas que proviene de la quebrada y en tiempo de sequía los comunarios tienen que recurrir a aguas de vertientes. (*Elaboración propia – Información primaria*)

2.4. Aspectos Económicos Productivos

2.4.1. Accesos y usos de suelos

Zapatera Norte cuenta con tierras privadas, comunitarias y fiscales la cuales hacen una extensión territorial aproximadamente de 15000 hectáreas, de estas tan solo 500 hectáreas son cultivables.

Las condiciones climáticas, principalmente el déficit de humedad, limitan y condicionan la producción agrícola para ciertas familias de muy escasos recursos, ya que la mayoría cuenta con un sistema de riego con ayuda de la tecnología, las parcelas para la agricultura en la mayoría varían de pequeña a mediana, así que pocos productores de esta zona tienen una importante producción para el mercado y el resto de las cosechas son mayormente dirigidas al consumo familiar. *(Elaboración propia – Información primaria)*

2.4.2. Producción

La principal actividad económica de la Comunidad de Zapatera Norte es la producción agrícola, con cultivos de maíz, papa, cítricos, sandía, arveja y cebolla, principalmente en los cultivos de maíz y papa, la cosecha en su mayoría se lo realiza de manera manual.

La ganadería es otra de las actividades de la comunidad, con la cría de ganado bovino, porcino, caprino, equino y avícola que son una alternativa de ingresos económicos para los pobladores. Dada la importancia económica, el ganado vacuno es el que recibe mayor preferencia por las familias del área rural. Mientras que el ganado caprino y porcino si bien es más numeroso que el vacuno, es considerado como ahorro para las familias. También existe otro tipo de ganado de menor importancia. *(Elaboración propia – Información primaria)*

2.4.3. Producción Forestal

Si bien la deforestación y explotación selectiva de especies maderables, determinan una reducción progresiva de la cobertura boscosa, particularmente en la región localizada de Tarija que corresponde a la zona árida del Chaco boliviano, la explotación lo practican sin ningún plan de manejo ni autorización de las instituciones responsables; en algunos casos fue tan intensa, que hoy no existe la posibilidad de un aprovechamiento forestal rentable, por la escasez de árboles maderables, pero también en especial la Comunidad de Zapatera Norte tiene ingentes recursos forestales que no son debidamente aprovechados.(*Ramos M. 2003*).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó una serie de materiales, equipos y maquinaria para poder desarrollar el estudio de trabajabilidad (Cepillado, Lijado, Taladrado, Moldurado y Torneado) del Timboy (*Enterolobium Contortisiliquum*) (Vell.) Morong. Los mismos que a continuación se describen:

3.1.1. Materiales de gabinete

- Mapas y cartas geográficas de la zona.
- Normas COPANT MADERAS.
- Planillas para la toma de datos.
- Normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.
- Material de escritorio.

3.1.2. Materiales y equipos de campo

- Brújula.
- Machete.
- Motosierra.
- Flexómetro.
- Cámara fotográfica.
- Pintura y brocha.
- Xilohigrometro.
- Parafina.

3.1.3. Maquinaria de carpintería.

- Cepilladora.
- Torneadora.
- Maquina tupi.

- Taladro de banco.
- Sierra sin fin.
- Lijas.

3.1.4. Material biológico.

- Madera de la especie de Timboy (*Enterolobium Contortisiliquum*) (Vell.) Morong.

3.2. Metodología

La metodología que se utilizará en el presente trabajo se encuentra dentro de las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), NORMAS COPANT para la correcta selección y colección de muestras, para la misma se aplica un sistema de elección al azar de manera que todos los componentes (zona, sub zona, bloque, árbol vigueta probeta, troza) tengan la misma posibilidad de ser elegidas y formar parte de estudio y sean representativas en el área de estudio; también se consideró los manuales técnicos, y otros con la finalidad de que los resultados obtenidos en el presente estudio sean confiables y aplicables y a la vez que tengan un marco de referencia técnico y científico ayuda de la bibliografía de diferentes autores.

3.3. Aplicación de las Normas COPANT

3.3.1. Selección y Colección de la Muestra

3.3.1.1. Selección de la zona

Para la selección de la zona de estudio, el primer aspecto tomado en cuenta ha sido la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos) que tiene la especie Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong en la Zona. Con el fin de recolectar una muestra representativa, se dividirá la Zona de estudio por bloques de acuerdo a la densidad del bosque, tomando en cuenta la accesibilidad, topografía del terreno y curso de agua..

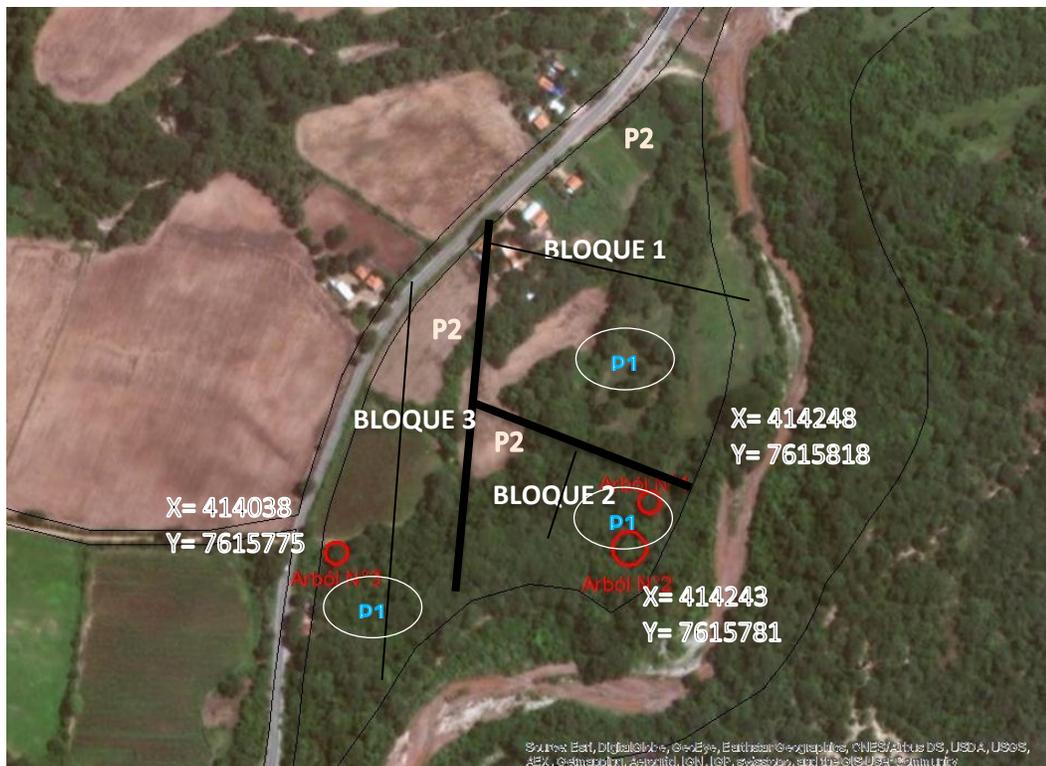
A su vez cada zona se subdividió en tres bloques y por consiguiente estos en dos parcelas de manera que se obtiene el siguiente cuadro:

CUADRO N° 5: SELECCIÓN DE LA MUESTRA

ZONA	Bloque 1	Parcela 1 (1 árbol)
		Parcela 2
	Bloque 2	Parcela 1(1 árbol)
		Parcela 2
	Bloque 3	Parcela 1(1 árbol)
		Parcela 2

Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 24: IMAGEN SATELITAL DE EXTRACCION DE LA MUESTRA



Fuente: Elaboración Propia

Referencias:

BLOQUE 1

P1: Parcela 1

P2: Parcela 2

X: Coordenadas X

Y: Coordenadas Y

○ : Árbol N° 1

BLOQUE 2

P1: Parcela 1

P2: Parcela 2

X: Coordenadas X

Y: Coordenadas Y

○ : Árbol N° 2

BLOQUE 3

P1: Parcela 1

P2: Parcela 2

X: Coordenadas X

Y: Coordenadas Y

○ : Árbol N° 3

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.2. Selección de árboles En cada parcela se eligió al azar 3 árboles para realizar el estudio, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: fuste sano, diámetro a la altura del pecho y la calidad del árbol.

IMAGEN N° 25: SELECCIÓN DE LA MUESTRA



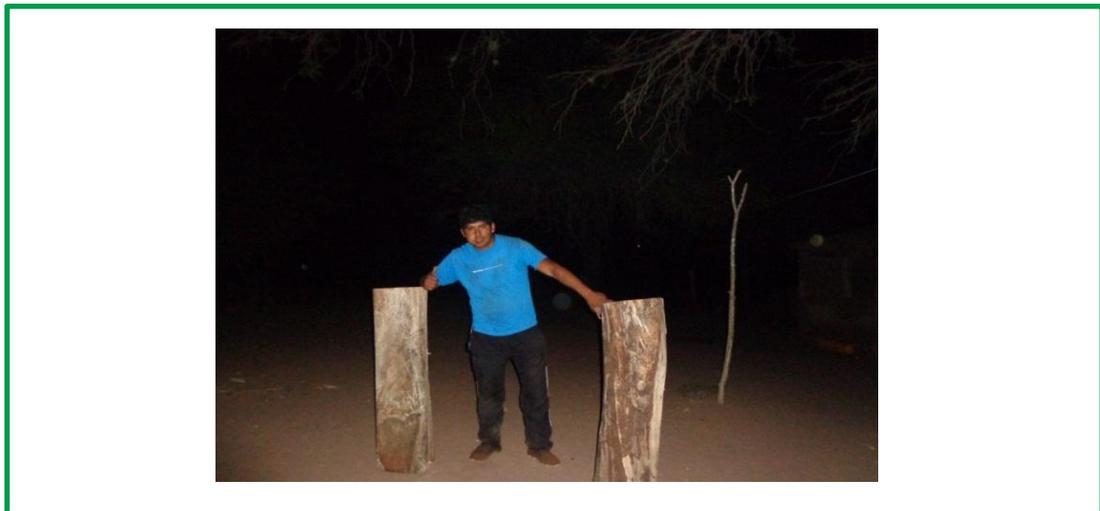
3.3.1.3. Selección de la troza. Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame del árbol, se dividió el fuste en secciones iguales las cuales fueron marcadas y selladas en sus extremos para su fácil identificación, con letras grandes en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, para su posterior sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol, llevando un registro de cada una de ellas.

IMAGEN N° 26: APEO Y NUMERACION DE LAS TROZAS



3.3.1.4. Extracción de las trozas. Las trozas fueron transportadas desde el lugar del apeo hasta el Aserradero del Sr. Marcelino Martínez Quiroga de la Ciudad de Tarija debido a la comodidad en cuanto a maquinaria.

IMAGEN N ° 27: TRASLADO DE LAS TROZAS AL ASERRADERO



3.3.1.5. Tratamiento profiláctico. Una vez obtenidos los tabloncillos centrales en el aserradero, se realizaron la limpieza del aserrín para evitar el ataque de insectos y hongos con los diferentes tratamientos como recomienda la Norma.

IMAGEN N ° 28: OBTENCIÓN DE TABLONES



3.3.1.6. Obtención de las probetas dentro de las trozas. La obtención de las probetas se realizó de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad, para lo mismo se utilizaron probetas en números y dimensiones como se refleja en la siguiente tabla. en las mismas probetas se realizó varios ensayos como: cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado.

CUADRO N° 6: DIMENSIONES Y NUMEROS DE PROBETAS POR ENSAYO

ENSAYO	DIMENSION DE PROBETAS (cm)	N° DE ARBOLES	PLANO DE CORTE	N° DE PROBETAS	N° TOTAL DE PROBETAS
CEPILLADO	4 X 10 X 100	3	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
LIJADO	4 X 10 X 100	3	Tangencial	9	27
			Radial	9	
			Oblicuo	9	
MOLDURADO	3 X 10 X 30	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TALADRADO	3 X 10 X 30	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	
TORNEADO	2 X 2 X 12,5	3	Tangencial	3	9
			Radial	3	
			Oblicuo	3	

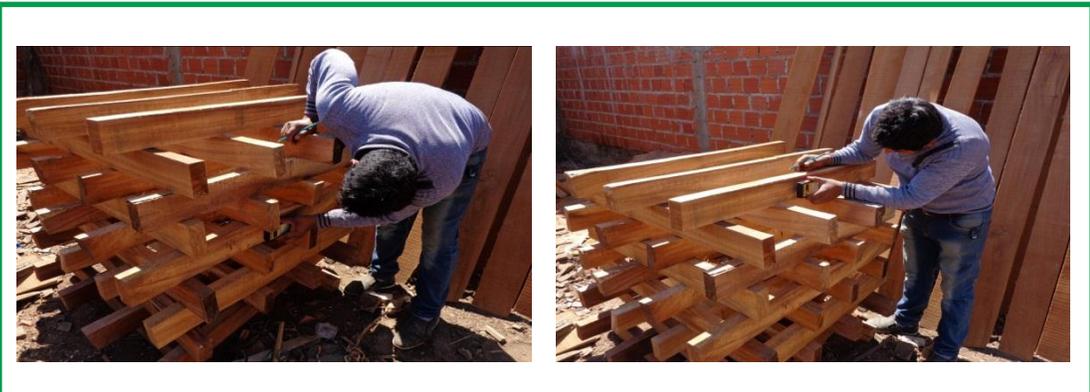
Fuente: Elaboración Propia

Las probetas, previo al ensayo, se sometieron a un proceso de secado aplicando la técnica de secado apilado cuadrado horizontal al aire libre, hasta llegar al punto de equilibrio de 12% de contenido de humedad en las probetas.

IMAGEN N° 29: SECADO DE PROBETAS



IMAGEN N° 30: MEDICION DE HUMEDAD



3.3.1.7. Selección de probetas e identificación de Defectos

Por total se realizaron 37 probetas preliminares de las cuales se seleccionaron las 27 mejores el saldo de 10 probetas se desecharon debido a que se encontraban con defectos como refleja la siguiente tabla:

CUADRO N° 7: SELECCIÓN DE PROBETAS E IDENTIFICACION DE DEFECTOS

PROBETAS	%	N° DE PROBETAS		DEFECTO	PLANO DE CORTE	IMAGENES
SELECCIONADAS	0,73	27		-	Tangencial	
					Radial	
					Oblicuo	
RECHAZADAS	0,27	10	2	- Probetas Torcidas	Tangencial	
			4	- Probetas Rajadas - Probetas con Galerías	Radial	
			4	- Probetas Torcidas	Oblicuo	
TOTAL PROBETAS	1%	37				

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.8. Codificación de las probetas

Para la correcta identificación de las probetas se colocó la nomenclatura con base a los siguientes aspectos, por ejemplo:

A₁P₁T→AG←AC

- Referencias:
- A₁: Hace mención al número de árbol
 - P₁: Hace mención al número de probetas
 - T: Hace mención al Plano de corte (Tangencial, Radial, Oblicuo)
 - : Dirección a favor del Grano (AG)
 - ←: Dirección a contra del Grano (AC)

IMAGEN N° 31: NOMENCLATURA ESTABLECIDA PARA LAS PROBETAS



3.4. DESARROLLO DE ENSAYOS

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la norma ASTM-D-1666-64 (American Society for Testing and Materials) (1970), teniendo en cuenta que se empleó la maquinaria disponible en el Aserradero y en el Laboratorio de la Universidad Autónoma “ Juan Misael Saracho”.

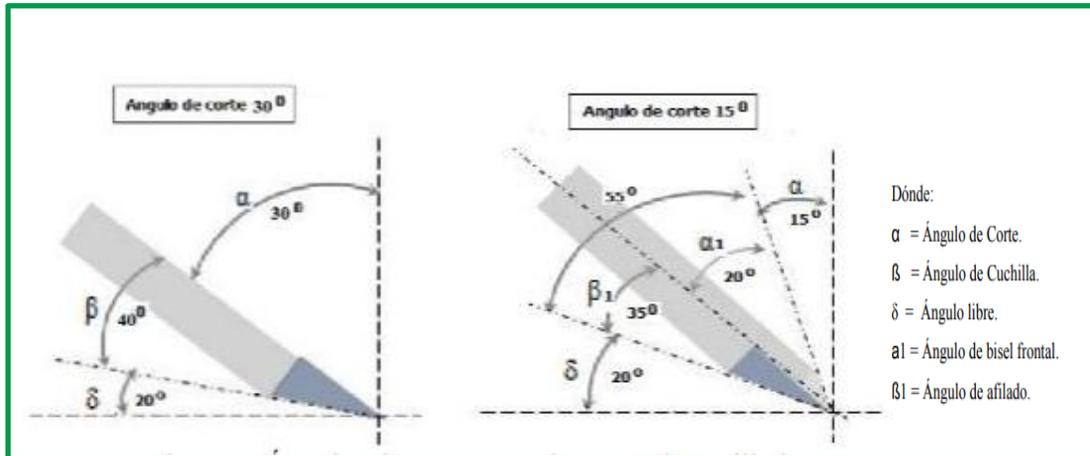
3.4.1. Ensayo de cepillado

Para la realización de este ensayo se elaboraron 27 probetas, distribuidas en tres planos; tangencial, radial y oblicuo.

3.4.1.1. Elemento cortante para ensayo de cepillado

Para el cepillado se utilizó cuchillas de acero con ángulos de corte de 15° y 30, tal y como se muestra en la imagen.

IMAGEN N° 32: ANGULO DE CORTE DE CEPILLADO



Fuente: Bonifacio Mostacedo

3.4.1.2. Equipos para el ensayo de Cepillado

Se utilizó una acepilladora grueseadora, con velocidad de giro de porta cuchillas de 5000 r.p.m., y un diámetro de 10 cm, 30° de ángulo de corte normal, con capacidad de alojar 3 cuchillas, velocidad de alimentación (m/min): 12 y un ancho de mesa de 40 cm., se usaron preferentemente cuchillas de acero rápido (HSS).

IMAGEN N° 33: ENSAYO DE CEPILLADO



3.4.1.3. Procedimiento para el cepillado

Este ensayo se realizó con dos ángulos de corte 15° y 30° y una velocidad de alimentación: 12 m/min; con una profundidad de corte promedio de 1,0 mm por

pasada. Las probetas fueron cepilladas en ambas caras tanto a favor como en contra del grano, reduciendo el espesor de la probeta hasta un mínimo de 2 cm. Se evaluo la calidad de la superficie luego de cada pasada para evaluar la calidad de superficie el porcentaje de grano arrancado, superficie sin defecto y grano vellosos.

3.4.2. Ensayo de Lijado

Se utilizaron un total de 27 probetas, las misma ya utilizadas en el ensayo de cepillado.

3.4.2.1. Equipos para el ensayo de lijado

Se realizó con una lijadora de banda. El ensayo se realizó en cada plano de corte (tangencial, radial y oblicuo), a favor y en contra del grano. Se utilizó primero lija N/ 60; luego con lija N/ 100, para ambos casos aplicó lijas semi nuevas para evitar sesgos.

IMAGEN N° 34: ENSAYO DE LIJADO



(Maquina del Lijado)



(Lijado de las Probetas)



(Lija)

3.4.2.2. Procedimiento para el lijado

Se realizó tres pasadas con la lija en cada una de las probetas a favor y en contra del grano con la finalidad de remover 0,5 mm de espesor. Después del lijado inmediatamente se determinó la temperatura de la lija tocando la superficie de la madera inmediatamente después de lijar calificándose su temperatura como alta,

mediana (temperatura humana = 37) o baja. También se midió la velocidad de desgaste de la lija y velocidad de ensuciamiento esto relacionado con la eliminación fácil o difícil de las partículas de madera. La remoción se midió con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{0,5 \text{ mm}}{\text{Velocidad de la lija} * \text{Tiempo de alimentación} * \text{N}^\circ \text{ de pasadas}}$$

$$R = (2/\text{número de pasadas para remover } 0.5\text{mm})(\text{mm/km})$$

El producto de la velocidad de la lija por el tiempo de alimentación por el número de pasadas es igual a la longitud de la lija pasada. Para las condiciones de este ensayo, esta longitud es también igual a 0.24 Km. Por el número de pasadas. Se efectuó un número de pasadas suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos 0.5 mm. Para madera que no presente grano arrancado se ensayó directamente con lija N/ 100. Se realizó un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado.

3.4.2.3. Obtención de los resultados del lijado

A. Se determinó un coeficiente de remoción (mm/Km), dividiendo 0.5 mm entre cantidad de lija pasada, expresada en Km.

B. *Facilidad de remoción de la suciedad.* - La lija se puede limpiar con aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, lo cual dá una idea de la facilidad o dificultad de limpiarla.

C. *Velocidad de desgaste de la lija.* - Se observó el desgaste de las puntas de los cristales de abrasivo de la lija mediante una lupa.

D. *Temperatura de la lija.* - Los grados de recalentamiento de la lija se estimó en dos pasadas consecutivas (de lo contrario sería difícil que sean confiables, debido a la variación de los tiempos entre pasadas y el número de pasadas).

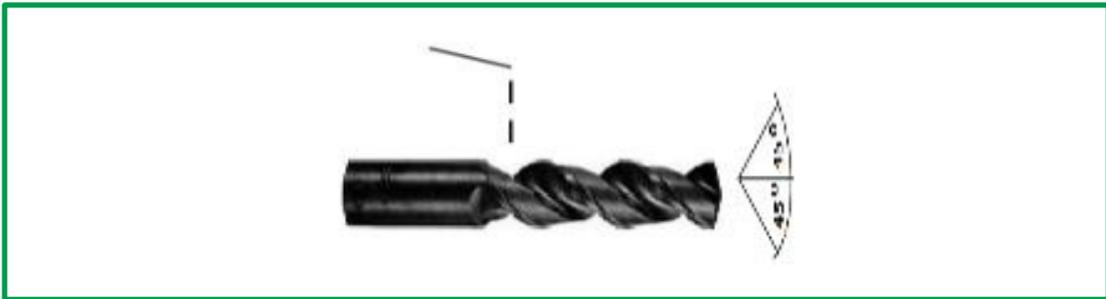
3.4.3. Ensayo de Taladrado

Para este ensayo se utilizaron las probetas de los ensayos de cepillado y lijado.

3.4.3.1. Elemento cortante para el ensayo de taladrado

Se utilizó una broca de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro.

IMAGEN N° 35: BROCA PARA ENSAYO DE TALADRADO



Fuente:

3.4.3.2. Equipo para el ensayo de taladrado

Se utilizó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación automática o manual, y se ensayó con dos velocidades: una cercana a 1.000 r.p.m. y otra aproximadamente de 500 r.p.m.

IMAGEN N° 36: ENSAYO DE TALADRADO



3.4.3.3. Procedimiento para el taladrado

Los ensayos de taladrado se realizaron con un peso fijo de aproximadamente 30 kg de carga de penetración, se aplicó dos velocidades de giro (500 y 1 000 r.p.m.) y un tipo de broca. Se utilizó una plantilla para señalar la ubicación de las perforaciones. Se controló el tiempo de penetración para cada caso. La alimentación se hizo manualmente y las perforaciones se realizaron sin ningún respaldo en la salida, de esta manera es posible evaluar la calidad de salida y entrada en cada agujero; con la evaluación del porcentaje de grano arrancado y vellosos.

3.4.3.4. Obtención de los resultados de ensayos de taladrado

Se llevó un registro minucioso de los datos en un rango de calificación de 5 grados, repartidos entre el peor y el mejor de los materiales ensayados.

3.4.4. Ensayo de Moldurado

Para este ensayo se utilizaron las probetas de cepillado, lijado y taladrado.

3.4.4.1. Elemento de corte para ensayo de moldurado

Se utilizó una porta cuchillas de aproximadamente 10 cm de diámetro y con un ángulo de la porta cuchillas de más o menos 30° para alojar dos o más cuchillas. La cuchilla tiene un ángulo libre de filo de 20°, ángulo de hierro de 40°, la lengua un ángulo libre lateral de 10° y se realizó un diseño de la cuchilla para producir la hembra del machihembrado

3.4.4.2. Equipos para el ensayo de moldurado

Se utilizó la maquina tupí trompo de un eje, de alimentación manual, con una velocidad de giro preferentemente entre 5.000 y 7.000 r.p.m. Se fabricaron cuatro guías de seguridad hechas de madera, las cuales se fijarán con prensas manuales (dos laterales y dos verticales

IMAGEN N° 37: ENSAYO DE MOLDURADO



3.4.4.3. Procedimiento para el moldurado

Se realizó utilizando una cuchilla preparada con ángulo de filo de 40° . Se colocó una marca en la cara de cada probeta para indicar la dirección de alimentación y la velocidad de giro. Las probetas fueron ensayadas a favor del grano con dos velocidades de giro (5000 y 7000 r.p.m.). Se evaluó defectos como: astillado y vellosidad. Se ensayaron en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.

3.4.5. Ensayo de Torneado

Para este ensayo se utilizó un total de 9 probetas, donde se tomó en cuenta el plano de corte y la procedencia de estas.

3.4.5.1. Elemento cortante para ensayo de torneado

Se utilizó una gubia de 2 cm de ancho, con radio de curvatura exterior de 1 cm (lado convexo) y curvatura del filo de 1 cm (arista); y se afiló con un ángulo de hierro a 40° afilado en la cara cóncava para obtener un ángulo de corte de 40°

Se utilizó otra gubia de 2 cm de ancho, con radio de curvatura interior de 1 cm, afilado en el lado convexo con un ángulo de hierro de 40° para ensayos de 0° y 15° de ángulo de corte.

3.4.5.2. Equipos para el ensayo de torneado

Se utilizó un torno manual con velocidad de giro del motor de 2400 r.p.m varias, se realizó mediante el uso del torno de banco., con poleas regulables, un soporte para las gubias especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener un ángulo de corte de 0° 15° y 40° .

IMAGEN N° 38: ENSAYO DE TORNEADO

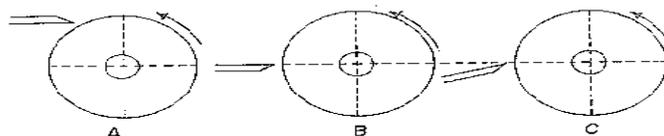


(Maquina Torno) (Torneado de las Probetas) (Resultado final del Torneado)

3.4.5.3. Procedimiento para el torneado

Se realizó en un torno manual con los ángulos de corte de 0° (3 probetas), 15° (3 probetas), y 40° (3 probetas), y las velocidades de giro de 500 y 1000 r.p.m. Cada probeta previo al ensayo fue codificado con el número del árbol y procedencia. Se utilizó una cuchilla preparada con el perfil especial, como se indicó anteriormente. Para el ángulo de corte de 40° se ensayó tangencialmente por encima de la probeta (tipo A), con ángulo de corte de 0° (tipo B) se ensayó radialmente en la misma probeta y para un ángulo de 15° se utilizó una guía en el portaherramientas (tipo C).

IMAGEN N° 39: TIPOS DE CORTE EN ENSAYOS DE TORNEADO



Fuente: Serrano y Saénz (2001)

Se realizó tres cortes en cada probeta para obtener un número satisfactorio de repeticiones.

3.5. METODOS

3.5.1. Evaluación de probetas

La evaluación de la probeta se realizó en forma visual con base en el grano arrancado, grano astillado, grano veloso y grano levantado.

La presencia de los defectos se evaluó considerando la extensión de los defectos en

CUADRO N° 8: CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS CON BASE EN SU EXTENSIÓN Y SEVERIDAD

EXTENSIÓN DEL DEFECTO	CATEGORÍA	SEVERIDAD DEL DEFECTO	CATEGORÍA
1 /5.	1	Libre de defecto	1
2/5.	2	Muy superficiales	2
3/5.	3	Marcado	3
4/5.	4	Pronunciados	4
5/5.	5	Muy pronunciados	5

Fuente: Zavala Z.D (1976)

Promediando la combinación numérica de los granos de las variables de extensión y severidad de los defectos, se estableció la forma de evaluación indicada, como sigue:

CUADRO N° 9: SISTEMA DE EVALUACIÓN DE PROBETAS DE MAQUINADO

EXTENSIÓN	SEVERIDAD	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORÍA
1	1	1—1	1	I - Excelente
2	2	2—2	2	
3	3	2—3	2.5	II - Bueno
4	4	3—2	2.5	
5	5	2—4	3	
		2—5	3.5	
		3—3	3	
		3—4	3.5	III - Regular
		4—2	3	
		4—3	3.5	
		5—2	3.5	
		3—5	4	
		4—4	4	
		4—5	4.5	IV - Pobre
		5—3	4	
		5—4	4.5	
		5—5	5	V - Muy Pobre

Fuente: Zavala Z.D (1976)

Para la evaluación general de las características de trabajabilidad, se consideró el porcentaje de probetas para cada una de las 5 categorías, como se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 10: CLASIFICACIÓN DE PROBETAS EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE PIEZAS LIBRES DE DEFECTOS

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	% PIEZAS
Excelente	Sin defectos	90 - 100
Bueno	Con defectos lijeros	80 - 90
Regular		60 - 80
Pobre	Con defectos severos	50 - 60
Muy pobre		0 - 50

Fuente: Zavala Z.D (1976)

CUADRO N° 11: GRADO, CALIFICACIÓN, ÁREA DE DEFECTO EN %, GRAVEDAD DEL DEFECTO

GRADO	CALIFICACIÓN	AREA DE DEFECTO EN %	GRAVEDAD DEL DEFECTO
1	Excelente	0-4	Muy leve
2	Buena	5.-35	Leve
3	Regular	36-69	Acentuado
4	Mala	70-89	Grave
5	Deficiente	90-100	Muy grave

Fuente: Zavala Z.D (1976)

3.6. RANGO, CALIDAD, GRADO

CUADRO N° 12: RANGO, CALIDAD, GRADO

RANGO	CALIDAD	GRADO
0.0 - 1.0	Excelente	1
1.0 - 2.0	Buena	2
2.0 - 3.0	Regular	3
3.0 - 4.0	Mala	4
4.0 - 5.0	Deficiente	5

Fuente: Zavala Z.D (1976)

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de facilitar el análisis de los resultados de este trabajo, cada ensayo se evaluó en forma separada cada proceso ensayo de cepillado, lijado taladrado, moldurado y torneado, así mismo se realizó un análisis independiente a cada probeta, considerando los defectos dominantes de grano arrancado, grano vellosos, grano levantado y grano astillado ya sea a favor del grano como en contra, dependiendo del tipo de ensayo.

4.1. Cepillado

4.1.1. Procedimiento para la obtención de datos del cepillado

A continuación se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes de grano arrancado, grano vellosos, grano levantado y grano astillado a favor del grano y contra del grano.

Descripción del Cuadro N° 13

Se realizó la recopilación de datos a un ángulo de 30° de 3 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como especifica la norma ASTM-D-1666-64 (1970).

CUADRO N° 13: BASE DE DATOS CEPILLADO A 30°

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORIA	
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR	
	2	TANGENCIAL	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
	3	TANGENCIAL	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
	1	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
		2	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3	REGULAR
				←	3	4	3 - 4	3,5	MALA
		3	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR
				←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR
	1	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
		2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				←	2	2	2 - 2	2	BUENA
		3	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR
				←	3	3	3 - 3	3	REGULAR
2	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	3	4	3 - 4	3,5	MALA	
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			←	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR	
	2	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
			←	2	4	2 - 4	3	REGULAR	
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	4	4	4 - 4	4	MALA	
	1	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR
		2	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA
				←	2	2	2 - 2	2	BUENA
		3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
				←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
3	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	3	4	3 - 4	3,5	MALA	
	2	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
	2	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
			←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
	2	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
	3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	3	3	3 - 3	3	REGULAR	

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO N° 14: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	→	1	2	1 - 2	1,5
	3	TANGENCIAL	→	1	2	1 - 2	1,5
2	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
3	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				1,333	-	-	1,389
DESV. ESTANDAR				0,500	-	-	0,417
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Tangencial 30°	1,389	1,194	1,194	1,311			
CALIFICACIÓN	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	1,389	1,333
DESV. ESTANDAR	0,417	1,272
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
E=(G-1)*F+1

G. ARRANCADO
E = (1,389 - 1) * 1 + 1
E = 1,389

G. VELLOSO
E = (1,389 - 1) * 0,5 + 1
E = 1,195

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO
E = (1,389 - 1) * 0,5 + 1
E = 1,195

G. ASTILLADO
E = (1,389 - 1) * 0,8 + 1
E = 1,311

Descripción del Cuadro N° 14

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de buena en todos los tipos de granos.

**CUADRO N° 15: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
	2	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2,5
	3	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
2	1	TANGENCIAL	←	3	4	3 - 4	3,5
	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	3	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
3	1	TANGENCIAL	←	3	4	3 - 4	3,5
	2	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2,444	-	-	2,556
DESV. ESTANDAR				0,726	-	-	0,808
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Tangencial 30°	2,556	1,778	1,778	2,244			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,556	2,444
DESV. ESTANDAR	0,808	2,089
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

$$E=(G-1)*F+1$$

G. ARRANCADO

$$E = (2,556 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,556$$

G. VELLOSO

$$E = (2,556 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,778$$

CONSTANTES:

$$G.A. = 1$$

$$G.B. = 0,5$$

$$G.L. = 0,5$$

$$G.A. = 0,8$$

G. LEVANTADO

$$E = (2,556 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,778$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,556 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 2,244$$

Descripción del Cuadro N° 15

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Tangencial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de los tipos de granos excepto en el grano astillado obteniendo una calificación de regular.

**CUADRO N° 16: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3
	3	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5
2	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
3	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	2	3	2 - 3	2,5
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO				1,889	-	-	2,056
DESV. ESTANDAR				0,601	-	-	0,682
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Radial 30°	2,056	1,528	1,528	1,844			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	2,056	1,889
DESV. ESTANDAR	0,682	1,739
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\frac{\sum((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

$$E=(G-1)*F+1$$

G. ARRANCADO

$$E = (2,056 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,056$$

G. VELLOSO

$$E = (2,056 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,528$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,056 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,528$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,056 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 1,844$$

Descripción del Cuadro N° 16

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de buena en todos los tipos de granos.

**CUADRO N° 17: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE RADIAL ARBOL 1, 2, 3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
	2	RADIAL	←	3	4	3 - 4	3,5
	3	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2,5
2	1	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
	2	RADIAL	←	2	4	2 - 4	3
	3	RADIAL	←	4	4	4 - 4	4
3	1	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2,5
	3	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				2,556	-	-	2,722
DESV. ESTANDAR				0,726	-	-	0,667
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Radial 30°	2,722	1,861	1,861	2,378			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,722	2,556
DESV. ESTANDAR	0,667	2,206
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\frac{\sum[(G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A)]}{4}$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO

$$E = (2,722 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,722$$

G. VELLOSO

$$E = (2,722 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,861$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,722 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,861$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,722 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 2,378$$

Descripción del Cuadro N° 17

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Radial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y el otro 50% con una calificación regular.

**CUADRO N° 18: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE OBLICUO ARBOL 1, 2, 3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	2	3	2 - 3	2,5
2	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
3	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5
	3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5
PROMEDIO				1,222	-	-	1,444
DESV. ESTANDAR				0,441	-	-	0,527
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Oblicuo 30°	1,444	1,222	1,222	1,356			
CALIFICACIÓN	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	1,444	1,222
DESV. ESTANDAR	0,527	1,311
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO
 $E = (1,444 - 1) * 1 + 1$
 $E = 1,444$

G. VELLOSO
 $E = (1,444 - 1) * 0,5 + 1$
 $E = 1,222$

CONSTANTES:

G.A. = 1
 G.B. = 0,5
 G.L. = 0,5
 G.A. = 0,8

G. LEVANTADO
 $E = (1,444 - 1) * 0,5 + 1$
 $E = 1,222$

G. ASTILLADO
 $E = (1,444 - 1) * 0,8 + 1$
 $E = 1,356$

Descripción del Cuadro N° 18

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Oblicuo a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de buena en los cuatro tipos de granos.

**CUADRO N° 19: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE OBLICUO ARBOL 1, 2, 3 ANGULO 30°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
2	1	OBLICUO	←	2	3	2 - 3	2,5
	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2,5
3	1	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	←	2	3	2 - 3	2,5
	3	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
PROMEDIO				2,222	-	-	2,278
DESV. ESTANDAR				0,667	-	-	0,618
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Oblicuo 30°	2,278	1,639	1,639	2,022			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,278	2,222
DESV. ESTANDAR	0,618	1,894
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

$$E=(G-1)*F+1$$

G. ARRANCADO

$$E = (2,278 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,278$$

G. VELLOSO

$$E = (2,278 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,639$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,278 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,639$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,278 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 2,022$$

Descripción del Cuadro N° 19

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Oblicuo en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 30°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y el otro 50% con una calificación regular.

CUADRO N° 20: BASE DE DATOS CEPILLADO A 15°

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORIA
1	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA
	2	TANGENCIAL	→	3	3	3 - 3	3	REGULAR
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
			→	1	3	1 - 3	2	BUENA
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	3	1 - 3	2	BUENA
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA
	1	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			←	3	4	3 - 4	3,5	MALA
			→	4	2	4 - 2	3	REGULAR
	2	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			←	3	3	3 - 3	3	REGULAR
			→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR	
		→	2	4	2 - 4	3	REGULAR	
1	OBLICUO	→	1	3	1 - 3	2	BUENA	
		←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
		→	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
2	OBLICUO	→	3	1	3 - 1	2	BUENA	
		←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR	
		→	1	4	1 - 4	2,5	REGULAR	
3	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
		←	4	4	4 - 4	4	MALA	
		→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
2	1	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			←	1	4	1 - 4	2,5	REGULAR
			→	3	3	3 - 3	3	REGULAR
	2	TANGENCIAL	→	4	4	4 - 4	4	MALA
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			→	3	3	3 - 3	3	REGULAR
	1	RADIAL	→	1	3	1 - 3	2	BUENA
			←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
	2	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	3	3	3 - 3	3	REGULAR
			→	4	5	4 - 5	4,5	DEFICIENTE
3	RADIAL	→	2	4	2 - 4	3	REGULAR	
		←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		→	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		←	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
2	OBLICUO	→	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
		←	4	5	4 - 5	4,5	DEFICIENTE	
		→	2	4	2 - 4	3	REGULAR	
3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		←	3	3	3 - 3	3	REGULAR	
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
3	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
			→	3	4	3 - 4	3,5	MALA
	3	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			←	3	2	3 - 2	2,5	REGULAR
			→	3	3	3 - 3	3	REGULAR
	1	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	3	2 - 3	2,5	REGULAR
			→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
3	RADIAL	→	3	1	3 - 1	2	BUENA	
		←	3	1	3 - 1	2	BUENA	
		→	1	4	1 - 4	2,5	REGULAR	
1	OBLICUO	→	1	3	1 - 3	2	BUENA	
		←	1	3	1 - 3	2	BUENA	
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		←	1	3	1 - 3	2	BUENA	
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
		→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	

Fuente: Elaboración propia

Descripción del Cuadro N° 20

Se realizó la recopilación de datos a un ángulo de 15° de 3 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como especifica la norma ASTM-D-1666-64 (1970).

**CUADRO N° 21: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
2	1	TANGENCIAL	→	3	1	3 - 1	2
	2	TANGENCIAL	→	1	4	1 - 4	2,5
	3	TANGENCIAL	→	4	4	4 - 4	4
3	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	→	3	2	3 - 2	2,5
	3	TANGENCIAL	→	3	4	3 - 4	3,5
PROMEDIO				2,444	-	-	2,500
DESV. ESTANDAR				0,882	-	-	0,750
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Tangencial 15°	2,500	1,750	1,750	2,200			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,500	2,444
DESV. ESTANDAR	0,750	2,050
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

$$E=(G-1)*F+1$$

G. ARRANCADO

$$E = (2,500 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,500$$

G. VELLOSO

$$E = (2,500 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,750$$

CONSTANTES:

$$G.A. = 1$$

$$G.B. = 0,5$$

$$G.L. = 0,5$$

$$G.A. = 0,8$$

G. LEVANTADO

$$E = (2,500 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,750$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,500 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 2,200$$

Descripción del Cuadro N° 21

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Tangencial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y el otro 50% con una calificación regular.

**CUADRO N° 22: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE TANGENCIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1,5
	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	3	TANGENCIAL	←	1	3	1 - 3	2
2	1	TANGENCIAL	←	2	3	2 - 3	2,5
	2	TANGENCIAL	←	3	3	3 - 3	3
	3	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
3	1	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
PROMEDIO				2,000	-	-	2,111
DESV. ESTANDAR				0,866	-	-	0,697
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Tangencial 15°	2,111	1,556	1,556	1,889			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	2,111	2,000
DESV. ESTANDAR	0,697	1,778
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO

$$E = (2,111 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,111$$

G. VELLOSO

$$E = (2,111 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,556$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,111 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,556$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,111 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 1,889$$

Descripción del Cuadro N° 22

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Tangencial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de los tipos de granos excepto en el grano arrancado obteniendo una calificación de regular.

**CUADRO N° 23: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	3	4	3 - 4	3,5
	3	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2,5
2	1	RADIAL	→	3	2	3 - 2	2,5
	2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	→	1	3	1 - 3	2
3	1	RADIAL	→	3	3	3 - 3	3
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
PROMEDIO				2,222	-	-	2,222
DESV. ESTANDAR				0,833	-	-	0,755
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Radial 15°	2,222	1,611	1,611	1,978			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	2,222	2,222
DESV. ESTANDAR	0,755	1,856
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((GA)+(GB)+(GL)+(GA))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO

$$E = (G-1) * F + 1$$

G. ARRANCADO

$$E = (2,222 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,222$$

G. VELLOSO

$$E = (2,222 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,611$$

CONSTANTES:

$$G.A. = 1$$

$$G.B. = 0,5$$

$$G.L. = 0,5$$

$$G.A. = 0,8$$

G. LEVANTADO

$$E = (2,222 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,611$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,222 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 1,978$$

Descripción del Cuadro N° 23

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Radial a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de los tipos de granos excepto en el grano arrancado obteniendo una calificación de regular.

**CUADRO N° 24: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE RADIAL ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
	2	RADIAL	←	4	2	4 - 2	3
	3	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
2	1	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	←	3	3	3 - 3	3
	3	RADIAL	←	3	2	3 - 2	2,5
3	1	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	RADIAL	←	2	3	2 - 3	2,5
	3	RADIAL	←	3	1	3 - 1	2
PROMEDIO				2,778	-	-	2,444
DESV. ESTANDAR				0,667	-	-	0,527
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Radial 15°	2,444	1,722	1,722	2,156			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,444	2,778
DESV. ESTANDAR	0,527	2,011
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO

$$E = (2,444 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,444$$

G. VELLOSO

$$E = (2,444 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,722$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,444 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,722$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,444 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 2,156$$

Descripción del Cuadro N° 24

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Radial en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y el otro 50% con una calificación regular.

**CUADRO N° 25: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	→	2	4	2 - 4	3
	3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5
2	1	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	→	4	5	4 - 5	4,5
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
3	1	OBLICUO	→	1	4	1 - 4	2,5
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO				1,889	-	-	2,222
DESV. ESTANDAR				0,928	-	-	1,034
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Oblicuo 15°	2,222	1,611	1,611	1,978			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA			

PROMEDIO	2,222	1,889
DESV. ESTANDAR	1,034	1,856
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

$$\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$$

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO

$$E = (2,222 - 1) * 1 + 1$$

$$E = 2,222$$

G. VELLOSO

$$E = (2,222 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,611$$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO

$$E = (2,222 - 1) * 0,5 + 1$$

$$E = 1,611$$

G. ASTILLADO

$$E = (2,222 - 1) * 0,8 + 1$$

$$E = 1,978$$

Descripción del Cuadro N° 25

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Oblicuo a favor del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de buena en la mayoría de los tipos de granos excepto en el grano arrancado obteniendo una calificación de regular.

**CUADRO N° 26: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN 12 m/min
CORTE OBLICUO ARBOL 1,2,3 ANGULO 15°**

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	3	2	3 - 2	2,5
	2	OBLICUO	←	1	3	1 - 3	2
	3	OBLICUO	←	2	3	2 - 3	2,5
2	1	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
	2	OBLICUO	←	2	4	2 - 4	3
	3	OBLICUO	←	3	3	3 - 3	3
3	1	OBLICUO	←	1	3	2 - 3	2
	2	OBLICUO	←	1	3	1 - 3	2
	3	OBLICUO	←	1	2	1 - 2	1,5
PROMEDIO				1,889	-	-	2,389
DESV. ESTANDAR				0,928	-	-	0,546
DEFECTO DOMINANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO VELLOSO	GRANO LEVANTADO	GRANO ASTILLADO			
Oblicuo 15°	2,389	1,694	1,694	2,111			
CALIFICACIÓN	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR			

PROMEDIO	2,389	1,889	→ $\Sigma((G.A)+(G.B)+(G.L)+(G.A))/4$
DESV. ESTANDAR	0,546	1,972	
N° PROBETAS-N° DE ARBOL	9	3	

DESARROLLO:

FORM. TIPOS DE GRANO
 $E=(G-1)*F+1$

G. ARRANCADO
 $E = (2,389 - 1) * 1 + 1$
 $E = 2,389$

G. VELLOSO
 $E = (2,389 - 1) * 0,5 + 1$
 $E = 1,694$

CONSTANTES:

G.A. = 1
G.B. = 0,5
G.L. = 0,5
G.A. = 0,8

G. LEVANTADO
 $E = (2,389 - 1) * 0,5 + 1$
 $E = 1,694$

G. ASTILLADO
 $E = (2,389 - 1) * 0,8 + 1$
 $E = 2,111$

Descripción del Cuadro N° 26

En el cuadro se puede observar todos los cálculos del corte Oblicuo en contra del grano con una velocidad de alimentación de 12 m/min y un ángulo de 15°, obteniendo una calificación de 50% con calificación buena y el otro 50% con una calificación regular.

CUADRO N° 27: RESULTADOS DEL ENSAYO DE CEPILLADO

NOMBRE COMÚN: Timboy

NOMBRE CIENTÍFICO: Enterolobium Contortisiliquum (Vell.) Morong

ESTADO DE LA MADERA	GRADOS	SIMBOLOGÍA		CALIFICACIÓN VALORES CONSTANTES											
				TANGENCIAL				RADIAL				OBLICUO			
				→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	30°	X	X%	1,389	1,333	2,556	2,444	2,056	1,889	2,722	2,556	1,444	1,222	2,278	2,222
		S%	SD	0,417	1,272	0,808	2,089	0,682	1,739	0,667	2,206	0,527	1,311	0,618	1,894
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
MADERA SECA	15°	X	X%	2,500	2,444	2,111	2,000	2,222	2,222	2,444	2,778	2,222	1,889	2,389	1,889
		S%	SD	0,750	2,050	0,697	1,778	0,755	1,856	0,527	2,011	1,034	1,856	0,546	1,972
		N	K	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3

X	Promedio de los grado de Defecto
X%	Promedio de los porcentaje de extension de defecto
S%	Desviacion estandar entre Probetas
SD	Defecto dominante
N	Numero de Probetas
K	Numero de Arboles

4.1.2. Análisis de resultados del cepillado

Después de cada uno de los ensayos realizados, las probetas se evaluaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, así poder definir las características de cepillado de la especie de Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., con base a una calificación a partir del defecto dominante y de acuerdo con el principio de que el grano arrancado es el que por naturaleza reviste mayor gravedad, los valores se dan para madera con un grado de humedad de 12°, de acuerdo con los planos tangencial, radial y oblicuo; para corte a favor del grano y en contra del grano, con ángulo de corte de 30° y 15°, el ensayo de cepillado se realizó a una velocidad de alimentación de 12m/min, en tal sentido el ensayo de cepillado se encuentra dentro del rango de calidad de 80 – 90% (bueno), por lo que se presenta defectos superficiales.

Con la finalidad de definir las condiciones más adecuadas de cepillado, se analizó el efecto de los ángulos de corte de 15° y 30°, se observó una variación pequeña en el

porcentaje de probetas con la categoría buena. Sin embargo considerando que la madera de la especie de Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., es de tipo blanda y comparando los resultados obtenidos entre ambos ángulos se corta mejor con ángulo de corte 30° obteniendo un promedio de los grados de defecto menor.

Con relación a los defectos existe una mayor tendencia a desarrollar el grano arrancado y astillado a un menor ángulo de corte. La presencia del grano arrancado y astillado pueden atribuirse a la presencia de nudos (muertos), y un deficiente cuidado de las especies debido a que la muestra de los árboles se obtuvieron del bosque natural, el cual no tiene ningún cuidado e intervención de la mano del hombre; haciendo referencia a lo anterior según el autor Winhtman etal(2006) menciona que las podas bien realizadas a los arboles permiten obtener maderas de calidad y sin nudos muertos.

4.2. Lijado

4.2.1. Procedimiento para la obtención de datos del lijado

A continuación se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes del rayado y vellosidad a favor del grano y contra del grano.

Descripción del Cuadro N° 28

Se realizó la recopilación de datos del rayado de 3 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como especifica la norma ASTM-D-1666-64 (1970).

CUADRO N° 28: BASE DE DATOS DEL RAYADO

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORIA
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA
	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	3	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
2	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	2	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	2	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	3	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
3	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	1	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
	2	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 29: RAYADO TANGENCIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
2	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
3	1	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1,278
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,441

PROMEDIO / DESV. ESTÁNDAR	1,278	0,441
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 29

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,278 y una desviación estándar de 0,441.

CUADRO N° 30: RAYADO TANGENCIAL

N° ÁRBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1,5
	2	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
2	1	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	2	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
3	1	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1,333
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,433

PROMEDIO / DESV. ESTANTANDAR	1,333	0,433
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 30

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Tangencial contra del grano obteniendo un promedio de 1,333 y una desviación estándar de 0,433.

CUADRO N° 31: RAYADO RADIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
2	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
3	1	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,444
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,464

PROMEDIO / DES. ESTANDAR	1,444	0,464
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 31

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Radial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,444 y una desviación estándar de 0,464.

CUADRO N° 32: RAYADO RADIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
2	1	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
3	1	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	3	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,500
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,433

PRO MEDIO / DESV. ESTANDAR	1,500	0,433
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 32

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Radial contra del grano obteniendo un promedio de 1,500 y una desviación estándar de 0,433.

CUADRO N° 33: RAYADO OBLICUO

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
3	1	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	2	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,333
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,500

PROMEDIO / DESV. ESTANDAR	1,333	0,500
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 33

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Oblicuo a favor del grano obteniendo un promedio de 1,333 y una desviación estándar de 0,500.

CUADRO N° 34: RAYADO OBLICUO

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
2	1	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
3	1	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,778
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,264

PROMEDIO / DES. ESTANDAR	1,778	0,264
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 34

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Oblicuo contra del grano obteniendo un promedio de 1,778 y una desviación estándar de 0,264.

CUADRO N° 35: BASE DE DATOS DE LA VELLOSIDAD

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO	CATEGORIA	
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
		←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
	1	RADIAL	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
3		RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
1	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
		←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE			
2	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	←	2	2	2 - 2	2	BUENA			
3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
		←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA			
2	1	TANGENCIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
	2	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
		←	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
	2	RADIAL	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
3		RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2	BUENA		
		←	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA			
2	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA			
3	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	←	2	2	2 - 2	2	BUENA			
3	1	TANGENCIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA	
		→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
		←	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	3	TANGENCIAL	→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE		
	3	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
			←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA	
		2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE
				←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA
			→	2	2	2 - 2	2	BUENA	
3		RADIAL	←	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
			→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE	
		←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
1	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
		←	2	1	2 - 1	1,5	BUENA		
	→	1	1	1 - 1	1	EXCELENTE			
2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2	BUENA		
		→	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	←	1	2	1 - 2	1,5	BUENA			
3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5	BUENA		
		←	2	2	2 - 2	2	BUENA		
	→	2	2	2 - 2	2	BUENA			

Fuente: Elaboración propia

Descripción del Cuadro N° 35

Se realizó la recopilación de datos de vellosidad de 3 árboles que se identificaron como muestra, en los diferentes tipos de corte Tangencial, Radial y Oblicuo, a favor y en contra del grano, obteniendo un promedio entre la combinación de la extensión del defecto y severidad del defecto calificando dentro de los rangos de Excelente, Buena Regular y Mala como especifica la norma ASTM-D-1666-64 (1970).

CUADRO N° 36: VELLOSIDAD TANGENCIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	————>	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	————>	1	2	1 - 2	1,5
	3	TANGENCIAL	————>	1	2	1 - 2	1,5
2	1	TANGENCIAL	————>	2	1	2 - 1	1,5
	2	TANGENCIAL	————>	1	1	1 - 1	1
	3	TANGENCIAL	————>	2	2	2 - 2	2
3	1	TANGENCIAL	————>	1	1	1 - 1	1
	2	TANGENCIAL	————>	2	1	2 - 1	1,5
	3	TANGENCIAL	————>	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,444
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,391

PROMEDIO / DES. ESTANDAR	1,444	0,391
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 36

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Tangencial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,444 y una desviación estándar de 0,391.

CUADRO N° 37: VELLOSIDAD TANGENCIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
2	1	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1,5
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1 - 1	1
3	1	TANGENCIAL	←	1	2	1 - 2	1,5
	2	TANGENCIAL	←	2	2	2 - 2	2
	3	TANGENCIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
PROMEDIO							1,500
DESV. ESTANDAR							0,354

PROMEDIO / DESV. ESTANDAR	1,500	0,354
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 37

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Tangencial contra del grano obteniendo un promedio de 1,500 y una desviación estándar de 0,354.

CUADRO N° 38: VELLOSIDAD RADIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
2	1	RADIAL	→	1	2	1 - 2	1,5
	2	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	→	2	1	2 - 1	1,5
3	1	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
	2	RADIAL	→	2	2	2 - 2	2
	3	RADIAL	→	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1,389
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,417

PROMEDIO / DESV. ESTANDAR	1,389	0,417
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 38

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Radial a favor del grano obteniendo un promedio de 1,389 y una desviación estándar de 0,417.

CUADRO N° 39: VELLOSIDAD RADIAL

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	1	2	1 - 2	1,5
	2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	←	2	2	2 - 2	2
2	1	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
	3	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
3	1	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	RADIAL	←	2	1	2 - 1	1,5
	3	RADIAL	←	1	1	1 - 1	1
PROMEDIO							1,333
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,354

PROMEDIO / DES. ESTANDAR	1,333	0,354
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 39

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Radial contra del grano obteniendo un promedio de 1,333 y una desviación estándar de 0,354.

CUADRO N° 40: VELLOSIDAD OBLICUO

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
2	1	OBLICUO	→	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5
	3	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5
3	1	OBLICUO	→	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	→	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	→	1	2	1 - 2	1,5
PROMEDIO							1,500
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,354

PROMEDIO / DESV. ESTANDAR	1,500	0,354
N° PROBETAS / N° DEARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 40

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Oblicuo a favor del grano obteniendo un promedio de 1,500 y una desviación estándar de 0,354.

CUADRO N° 41: VELLOSIDAD OBLICUO

N° ARBOL	PROBETA	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	3	OBLICUO	←	1	2	1 - 2	1,5
2	1	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	2	OBLICUO	←	1	1	1 - 1	1
	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
3	1	OBLICUO	←	2	1	2 - 1	1,5
	2	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
	3	OBLICUO	←	2	2	2 - 2	2
PROMEDIO							1,667
DESVIACIÓN ESTANDAR							0,354

PROMEDIO / DESV. ESTANDAR	1,667	0,354
N° PROBETAS / N° DE ARBOL	9	3

Descripción del Cuadro N° 41

En el cuadro de rayado se evaluó 3 probetas de cada árbol de muestra (3 x 3 = 9) haciendo un total de 9 probetas de corte Oblicuo contra el grano obteniendo un promedio de 1,667 y una desviación estándar de 0,354.

CUADRO N° 42: RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIJADO

NOMBRE COMÚN: Timboy

NOMBRE CIENTÍFICO: Enterolobium Contortisilquum (Vell.) Morong

ESTADO DE LA MADERA	SIMBOLOGÍA		DEFECTOS								VELOCIDAD DE ENSUCIAMIENTO	FACILIDAD DE REMOCION DE SUCIEDAD	VELOCIDAD DE DESGASTE ABRA SIVOS	TEMPERATURA DE LA LIJA
			RAYADO				VELLOSIDAD							
			→		←		→		←					
TANGENCIAL	O	S	1,278	0,441	1,333	0,433	1,444	0,391	1,500	0,354	A	B	C	C
	N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
RADIAL	O	S	1,444	0,464	1,500	0,433	1,389	0,417	1,333	0,354	C	B	B	B
	N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				
OBLICUO	O	S	1,333	0,500	1,778	0,264	1,500	0,354	1,667	0,354	B	B	A	A
	N	K	9	3	9	3	9	3	9	3				

A	ALTA
B	MEDIA
C	BAJA

O	Valor promedio de los Grados de Defecto
S	Desviación estandar entre Probetas
N	Numero de Probetas
K	Numeros de Arboles

4.2.2. Análisis del resultado del Lijado

De acuerdo las especificaciones de la Norma se utilizaron dos tipos de lija N/60 y 100, procesando primero todas las probetas con la lija N/60, posteriormente con la lija de N/10. La evaluación de las probetas se realizó después de procesarlas con la lija del grano N/100. Las probetas se evaluaron visualmente, clasificándolas en el rangos del I al V como especifica el cuadro N° 9 , con base a los defectos de rayones y vellosidades. Los resultado de ensayo de lijado fueron positivos en los defectos a analizar, encontrándose en un rango entre 1 – 2 calificándola como buena, con un porcentaje de pieza libre de defecto de 80 – 90 %, desde el punto de vista del tipo de corte en el tangencial predomina el defecto en la vellosidad con una velocidad de ensuciamiento alta y una temperatura baja, mientras que en el corte radial y tangencial se encuentra con una concentración de defecto en el rayado, con una velocidad de ensuciamiento de baja a media y una temperatura de media a alta con una facilidad de remoción de suciedad media para los tres tipos de corte. Desde el punto de vista de los defectos se encuentra en el corte radial y oblicuo mientras que la vellosidad predomina por unanimidad en el corte oblicuo.

4.3. Taladrado

4.3.1. Procedimiento para la obtención de datos del Taladrado

A continuación se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos en base a la r.p.m.

CUADRO N° 43: BASE DE DATOS DEL TALADRADO

	TIEMPOS DE PERFORACIÓN PROMEDIO						CALIFICACIÓN DE PERFORADO					
	1000 RPM			500 RPM			1000 RPM			500 RPM		
	TANG.	RADIAL	OBLICUO	TANG.	RADIAL	OBLICUO	TANG.	RADIAL	OBLICUO	TANG.	RADIAL	OBLICUO
ARBOL 1	3,97	3,72	4,47	4,58	4,45	5,15	2	2	2	2	3	3
	3,73	4,24	4,1	4,68	4,68	4,78						
ARBOL 2	3,60	4,30	3,97	4,13	4,98	5,29	2	2	2	1	2	3
	3,66	3,93	4,65	4,9	4,44	4,38						
ARBOL 3	3,46	3,53	4,2	4,97	4,33	4,24	2	1	2	2	2	2
	3,6	3,37	3,8	4,72	4,83	4,35						
TOTAL	22,02	23,09	25,19	27,98	27,71	28,19	6	5	6	5	7	8
MEDIA	3,670	3,848	4,198	4,663	4,618	4,698	2,000	1,667	2,000	1,667	2,333	2,667
DES.V. ESTANDAR	0,172	0,377	0,316	0,298	0,254	0,446	0,000	0,577	0,000	0,577	0,577	0,577
							1000 RPM			500 RPM		
	TANG.	RADIAL	OBLICUO	TANG.	RADIAL	OBLICUO						
GRANO ASTILLADO	1,800	1,200	1,800	1,200	2,400	3,000						
RUPTURA DE GRANO	2,000	1,333	2,000	1,333	2,667	3,333						
GRANO DOMINANTE	2,000	1,333	2,000	1,333	2,667	3,333						
	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	MALO						

Descripción del Cuadro N° 43

En el cuadro de base de datos de taladrado se evaluó 9 probetas con tiempo de perforación de 1000 r.p.m. y 500 r.p.m en los tres tipos de corte tangencial, radial y oblicuo a mayor revolución menor defectos; en el perforado la mayoría obtiene una calificación de buena a excepto de radial y oblicuo que se obtuvo una calificación de regular y mala cuando se trabajo con 500 r.p.m

CUADRO N° 44: RESULTADOS DE ENSAYO DE TALADRADO

NOMBRE COMÚN: _____ Timboy _____

NOMBRE CIENTÍFICO: _____ Enterolobium Contortisiliquum (Vell.) Morong _____

REVOLUCIONES	TIEMPO DE PENETRACIÓN (SEG.)						CALIFICACIÓN					
	TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO		TANGENCIAL		RADIAL		OBLICUO	
500 RPM	4,66	0,3	4,62	0,25	4,7	0,44	1,66	0,58	2,33	0,57	2,67	0,57
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1000 RPM	3,67	0,17	4	0,32	4,2	0,32	2	0	1,66	0,58	2	0
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Análisis de resultados del Taladrado

Las perforaciones se evaluaron con base en la presencia o ausencia de los defectos descritos anteriormente.

Para determinar el comportamiento de la madera al taladrado se puede decir que a una menor r.p.m. incluye mayor tiempo de penetración en segundos pero menor grado de defecto, mientras que a mayor r.p.m. incluye menor tiempo de penetración pero con un grado de defecto mayor según la orientación de la probeta, categorizándola en el rango de buena a regular.

4.4. Torneado

4.4.1. Procedimiento para la obtención de datos del Torneado

A continuación se muestra un cuadro de base de datos explicando el procedimiento de la obtención de datos hasta la obtención de resultados, para un mejor análisis se consideró en el análisis los defectos dominantes del grano arrancado y velloso.

CUADRO N° 45: BASE DE DATOS ENSAYO DE TORNEADO

ÁNGULO	PROBETAS	TIEMPO			DIÁMETRO RESULTANTE	GRANO ARRANCADO	GRANO BELLOSO	PROMEDIO DE TIEMPO
ÁNGULO DE CORTE 0°	1	17,84	14,04	14,26	1,683	2,5	2,5	15,380
	2	16,86	15,04	18,03	1,563	3	3	16,643
	3	19,72	18,13	19,73	1,026	4	3,5	19,193
	PROMEDIO	-	-	-	-	3,167	3,000	17,072
	DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	0,764	0,500	1,943
ÁNGULO DE CORTE 15°	1	14,82	11,88	10,45	1,563	4	2	12,383
	2	14,15	10,32	12,53	1,594	4,5	2,5	12,333
	3	13,25	11,22	11,22	1,438	3,5	3	11,897
	PROMEDIO	-	-	-	-	4,000	2,500	12,204
	DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	0,500	0,500	0,268
ÁNGULO DE CORTE 40°	1	13,99	11,36	11,24	1,553	4	3	12,197
	2	13,59	13,77	10,51	1,572	4,5	3	12,623
	3	12,75	10,06	12,53	1,458	4,5	2	11,780
	PROMEDIO	-	-	-	-	4,333	2,667	12,200
	DESV. ESTANDAR	-	-	-	-	0,289	0,577	0,422

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 46: GRANO ARRANCADO

ÁNGULO	PROBETA	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
ÁNGULO DE CORTE 0°	1	3	2	3 - 2	2,5
	2	3	3	3 - 3	3
	3	4	4	4 - 4	4
	PROMEDIO				3,167
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,764
ÁNGULO DE CORTE 15°	1	4	4	4 - 4	4
	2	4	5	4 - 5	4,5
	3	3	4	3 - 4	3,5
	PROMEDIO				4,000
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,500
ÁNGULO DE CORTE 40°	1	4	4	4 - 4	4
	2	5	4	5 - 4	4,5
	3	4	5	4 - 5	4,5
	PROMEDIO				4,333
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,289

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 47: GRANO VELLOSO

ÁNGULO	PROBETA	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
ÁNGULO DE CORTE 0°	1	2	3	2 - 3	2,5
	2	3	3	3 - 3	3
	3	3	4	3 - 4	3,5
	PROMEDIO				3,000
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,500
ÁNGULO DE CORTE 15°	1	2	2	2 - 2	2
	2	2	3	2 - 3	2,5
	3	3	3	3 - 3	3
	PROMEDIO				2,500
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,500
ÁNGULO DE CORTE 40°	1	2	4	2 - 4	3
	2	3	3	3 - 3	3
	3	2	2	2 - 2	2
	PROMEDIO				2,667
	DESVIACIÓN ESTANDAR				0,577

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 48: RESULTADOS DEL ENSAYO DE TORNEADO

NOMBRE COMÚN: Timboy

NOMBRE CIENTÍFICO: Enterolobium Contortisiliquum (Vell.) Morong

ÁNGULO DE CORTE	CORTE PARALELO AL GRANO				
	TIEMPO EN SEGUNDOS	NÚMERO		DEFECTOS	
		CORTE (N)	ARBOLES (K)	GRANO ARRANCADO	GRANO BELLOSO
ÁNGULO DE CORTE 0°	17,072	3	3	3,167	3,000
	1,943	3	3	0,764	0,500
ÁNGULO DE CORTE 15°	12,204	3	3	4,000	2,500
	0,268	3	3	0,500	0,500
ÁNGULO DE CORTE 40°	12,200	3	3	4,333	2,667
	0,422	3	3	0,289	0,577

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Análisis de resultados del Torneado

Las probetas de torneadas se analizaron visualmente exponiéndolas a la luz natural, evaluándolas en una escala de 1 a 5, con base a una presencia y ausencia de los defectos de grano arrancado y veloso. Los resultado obtenidos hace mención que en cualquier ángulo de corte la mayor presencia de defectos se encuentra en el grano arrancado; mientras el tiempo en segundos disminuye los defectos tienden a aumentar los cuales son resultados negativos categorizándoles dentro del rango de 2.0 a 3.0, 3.0 a 4.0 y 4.0 a 5.0 calificándola como regular, mala y deficiente. Dándole un porcentaje de piezas sin defectos promedio al menos de 50 % con defectos severos.

4.5. Moldurado

CUADRO N° 49: TANGENCIAL GRANO ASTILLADO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	1	2	1-2	1,5
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2-1	1,5
	3	TANGENCIAL	→	3	2	3-2	2,5
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,58

2,00	1,83
1,00	0,58
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	1	1	1-1	1
	2	TANGENCIAL	←	3	2	3-2	2,5
	3	TANGENCIAL	←	2	2	2-2	2
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,76

2,00	1,83
1,00	0,76
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 50: TANGENCIAL GRANO ARRANCADO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	2	2	2-1	2
	2	TANGENCIAL	→	2	1	2-1	1,5
	3	TANGENCIAL	→	1	1	1-1	1
PROMEDIO				1,67	-	-	1,50
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,50

1,67	1,50
0,58	0,50
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	3	2	3-2	2,5
	2	TANGENCIAL	←	1	2	1-2	1,5
	3	TANGENCIAL	←	1	1	1-1	1
PROMEDIO				1,67	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				1,15	-	-	0,76

1,67	1,67
1,15	0,76
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 51: TANGENCIAL GRANO VELLOSO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	→	1	1	1-1	1
	2	TANGENCIAL	→	2	3	2-3	2,5
	3	TANGENCIAL	→	1	2	1-2	1,5
PROMEDIO				1,33	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,76

1,33	1,67
0,58	0,76
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	TANGENCIAL	←	1	2	1-2	1,5
	2	TANGENCIAL	←	1	1	1-1	1
	3	TANGENCIAL	←	2	3	2-3	2,5
PROMEDIO				1,33	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,76

1,33	1,67
0,58	0,76
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 52: RADIAL GRANO ASTILLADO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENCIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	1	1	1-1	1
	2	RADIAL	→	2	2	2-2	2
	3	RADIAL	→	2	3	2-3	2,5
PROMEDIO				1,67	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,76

1,67	1,83
0,577	0,76
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENCIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	2	2	2-2	2
	2	RADIAL	←	3	2	3-2	2,5
	3	RADIAL	←	1	1	1-1	1
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,76

2,00	1,83
1,00	0,76
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 53: RADIAL GRANO ARRANCADO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENCIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	1	1	1-1	1
	2	RADIAL	→	2	1	2-1	1,5
	3	RADIAL	→	1	2	1-2	1,5
PROMEDIO				1,33	-	-	1,33
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,29

1,33	1,33
0,58	0,29
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENCIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	1	2	1-2	1,5
	2	RADIAL	←	2	1	2-1	1,5
	3	RADIAL	←	3	1	3-1	2
PROMEDIO				2,00	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,29

2,00	1,67
1,00	0,29
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 54: RADIAL GRANO VELLOSO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	→	1	2	1-2	1,5
	2	RADIAL	→	2	1	2-1	1,5
	3	RADIAL	→	2	1	2-1	1,5
PROMEDIO				1,67	-	-	1,50
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,00

1,67	1,50
0,58	0,00
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	RADIAL	←	2	2	2-2	2
	2	RADIAL	←	1	2	1-2	1,5
	3	RADIAL	←	2	1	2-1	1,5
PROMEDIO				1,67	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				0,58	-	-	0,29

1,67	1,67
0,58	0,29
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 55: OBLICUO GRANO ASTILLADO

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	1	1	1-1	1
	2	OBLICUO	→	2	2	2-2	2
	3	OBLICUO	→	3	1	3-1	2
PROMEDIO				2,00	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,58

2,00	1,67
1,00	0,58
3	3

A	P	ORIENTACIÓN	DIRECCIÓN	EXTENSIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACIÓN	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	1	2	1-2	1,5
	2	OBLICUO	←	2	1	2-1	1,5
	3	OBLICUO	←	3	2	3-2	2,5
PROMEDIO				2,00			1,83
DESV. ESTANDAR				1,00			0,58

2,00	1,83
1,00	0,58
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 56: OBLICUO GRANO ARRANCADO

A	P	ORIENTACION	DIRECCION	EXTENCION DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACION	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	1	2	1-2	1,5
	2	OBLICUO	→	2	1	2-1	1,5
	3	OBLICUO	→	3	2	3-2	2,5
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,58

2,00	1,83
1,000	0,58
3	3

A	P	ORIENTACION	DIRECCION	EXTENCION DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACION	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	1	1	1-1	1
	2	OBLICUO	←	2	1	2-1	1,5
	3	OBLICUO	←	3	2	3-2	2,5
PROMEDIO				2,00	-	-	1,67
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,76

2,00	1,67
1,000	0,76
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 57: OBLICUO GRANO VELLOSO

A	P	ORIENTACION	DIRECCION	EXTENCION DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACION	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	→	1	1	1-1	1
	2	OBLICUO	→	2	2	2-2	2
	3	OBLICUO	→	3	2	3-2	2,5
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,76

2,00	1,83
1,000	0,76
3	3

A	P	ORIENTACION	DIRECCION	EXTENCION DEL DEFECTO	SEVERIDAD DEL DEFECTO	COMBINACION	PROMEDIO
1	1	OBLICUO	←	1	2	1-2	1,5
	2	OBLICUO	←	2	2	2-2	2
	3	OBLICUO	←	3	1	3-1	2
PROMEDIO				2,00	-	-	1,83
DESV. ESTANDAR				1,00	-	-	0,29

2,00	1,83
1,000	0,29
3	3

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 58: RESULTADO DEL ENSAYO DE MOLDURADO

NOMBRE COMÚN: Timboy

NOMBRE CIENTÍFICO: Enterobium Contortisiikum (Vell.) Morong

SENTIDO	ANCHO DE MARCA (mm)			CALIFICACION								
				CORTE DOBLE								
	T	R	O	TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
ARRANCADO				ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	ARRANCADO	ASTILLADO	VELLOSO	
→ A FAVOR DEL GRANO	1	1	1	1,67	2,00	1,33	1,33	1,67	1,67	2,00	2,00	2,00
				0,58	1,00	0,58	0,58	0,58	0,58	1,00	1,00	1,00
				1,50	1,83	1,67	1,33	1,83	1,50	1,83	1,67	1,83
				0,50	0,58	0,76	0,29	0,76	0,00	0,58	0,58	0,76
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
← EN CONTRA DEL GRANO	1	1	1	1,67	2,00	1,33	2,00	2,00	1,67	2,00	2,00	2,00
				1,15	1,00	0,58	1,00	1,00	0,58	1,00	1,00	1,00
				1,67	1,83	1,67	1,83	3,00	1,67	1,67	1,83	1,83
				0,76	0,76	0,76	0,76	2,00	0,29	0,76	0,58	0,29
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
O (g)	PROMEDIO DE LOS GRADOS DEL DEFECTO											
S (g)	DESVIACION ESTANDAR ENTRE PROVETAS DEL GRADO											
O (%)	PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE EXTENSION DEL DEFECTO											
S (%)	DESVIACION ENTRE PROVETAS DE LA EXTENSION											
N	NUMERO DE PROBETAS											
K	NUMERO DE ARBOLES											

4.5.1. Análisis de resultados del Moldurado

El resultado del ensayo de moldurado considerando la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar de 0 – 1 y de 1 – 2 calificándola como buena a excelente con un porcentaje de piezas sin defectos de 80 a 90 y 90 a 100, es decir con defectos lijeros.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los ensayo de cepillado favor y en contra del grano en los planos tangencial, radial y oblicuo de la madera, influyen directamente en la generacion de defectos, aunque la severidad de esto en el cepillado, en general son bajos que van de bueno a regular que pueden ser estos eliminados con el proceso de lijado.
- Los defectos de cepillado que mas superficie afectada muestran son en el grano arrancado, seguido por el grano astillado y finalmente el grano veloso; los cuales pueden ser reducidos sustancialmente cepilladola madera a favor del grano, presentándose en el menor grado en el plano tangencial de la madera. Con respecto al ángulo de corte entre 30° y 15° , no muestran diferencias en la calidad de cepillado, aunque ligeramente es mejor el ángulo de corte de 30° donde se optiene menor defecto.
- Los defectos del lijado con lija N°60, que mas superficie afectada presenta es el rayado, seguido por el veloso; después de un promedio de tres pasadas se califica el lijado como bueno, con un porcentaje libre de defecto entre 80 a 90 %. Para el ensayo de lijado con la lija N° 100, se tiene calificaciones que van desde bueno a exelente aunque el desgate en la madera es menor.
- El ensayo de taladrado manifiesta una calificación de buena en la entrada y salida de la broca, cuando se aplica 1000 r.p.m, tanto en el sentido tangencial, radial y oblicuo, sin embargo, no ocurre lo mismo cuando vaja a 500 r.p.m la velocidad del taladro, observándose como defecto dominante el grano astillado sobre todo en el sentido radial y oblicuoque, se clasifican como regular a malo respectivamente.
- Los defectos del torneado que mayor prevalencia tienen son de grano arrancado a veloso, que estan directamente relacionados al ángulo de corte, es decir, cuando se baja la velocidad del torno tienden a aumentar los defectos independientemente de la orientacion de las probetas. El mejor ángulo de corte es de 15°

- El ensayo de moldurado muestran defectos muy bajos que pueden ser corregidos con el lijado.
- Integrando los resultados de cada uno de los ensayos de maquinado, se demuestra que la madera de la especie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong. Presenta características buenas de trabajabilidad.
- Se prueba la hipótesis planteada siendo la especie Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong. Una madera que cuenta con propiedades adecuadas para su trabajabilidad tecnológica.
- El resultado del ensayo de moldurado considerando que la dirección del grano orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar de 0 – 1 y de 1 – 2 calificándola como buena a excelente con un porcentaje de piezas sin defectos de 80 a 90 y 90 a 100, es decir con defectos ligeros.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda continuar con otros estudios tecnológicos de la madera Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong., con la finalidad de establecer una secuencia y obtener información completa acerca de la trabajabilidad de la madera y propiedades mecánicas de tal manera que permita proporcionar información que posibilite, el manejo productivo y rentable aplicadas a las necesidades del consumidor.
- Para el proceso de Torneado se recomienda que las cuchillas se encuentren en buen estado y bien afiladas para obtener un resultado de calidad.
- Se recomienda utilizar la madera de esta especie en componentes donde la tersura del acabado sea importante.