



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA RESINA UREA  
FORMALDEHIDO Y DEL CATALIZADOR CLORURO DE  
AMONIO EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS  
CONTRACHAPADOS EN LA EMPRESA ENCHAPES  
DECORATIVOS S.A.”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** DIANA MARICELA AUCAPIÑA OLIVAREZ

**TUTOR:** MARIO GUSTAVO VILLACRES ÁLVAREZ

**Riobamba - Ecuador**

**2017**

©2017, Diana Maricela Aucapiña Olivarez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Investigación: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA RESINA UREA FORMALDEHIDO Y DEL CATALIZADOR CLORURO DE AMONIO EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS CONTRACHAPADOS EN LA EMPRESA ENCHAPES DECORATIVOS S.A.” de responsabilidad de la señorita Diana Maricela Aucapiña Olivarez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada a su presentación.

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Mario Villacrés

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Mónica Andrade

\_\_\_\_\_

Yo, DIANA MARICELA AUCAPIÑA OLIVAREZ, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Diana Maricela Aucapiña Olivarez

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, DIANA MARICELA AUCAPIÑA OLIVAREZ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que el resultado del mismo es auténtico y original. Los derechos compartidos pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de marzo del 2017

Diana Maricela Aucapiña Olivarez

CI: 180464925-7

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por guiarme por el buen camino, por darme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaron durante mi vida estudiantil, enseñando a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mi madre Nely Olivarez.**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **A mi padre Dario Aucapiña.**

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

### **A mis familiares.**

A mis hermanos por ser un ejemplo de perseverancia y superación por compartir momentos difíciles; a mi familia, a mis amigos y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en mi vida estudiantil, por el apoyo incondicional que me han brindado.

DIANA MARICELA AUCAPIÑA OLIVAREZ

## **AGRADECIMIENTO**

Con el tiempo aprendemos aprovechar los momentos que nos da la vida, por eso quiero agradecer principalmente a Dios por siempre estar a mi lado bendiciendo, por a verme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por a verme brindado una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo por darme la vida, a mis padres Nely Olivarez y Dario Aucapiña, a mis hermanos, a mi familia y amigos por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad, la tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser una gran profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí.

DIANA MARICELA AUCAPIÑA OLIVAREZ

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xi
SIMBOLOGÍA.....	xiii
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
Identificación del problema.....	1
Justificación del proyecto.....	1
Objetivos .....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO I	
1 MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.2 Marco Conceptual.....	4
1.2.1 Fabricación de tableros contrachapados .....	4
1.2.2 Tablero contrachapado.....	10
1.2.3 Industria del contrachapado .....	11
1.2.4 Enchapes Decorativos S.A.....	12



1.2.5	Proceso Productivo de los Tableros Contrachapados .....	15
1.2.6	Influencia del contenido de humedad de la madera en la fabricación de tableros contrachapados.....	18
1.2.7	Importancia de la Viscosidad de la mezcla encolante.....	19
1.2.8	Importancia de la mezcla encolante en las propiedades del tablero contrachapado. ....	20
1.2.9	Influencia de la mezcla encolante en la fabricación de tableros contrachapados	21
1.2.10	Influencia de la densidad de la madera en el proceso de encolado .....	22
1.2.11	Influencia del contenido de humedad y pH de la madera en el proceso de encolado. ....	22
1.2.12	Influencia del pH del adhesivo en el proceso de encolado. ....	23
1.2.13	Influencia de la temperatura en el proceso de encolado .....	23
1.2.14	Curado de la mezcla encolante.....	24
1.2.15	Adherencia de la mezcla encolante en la madera.....	24
1.2.16	Importancia del prensado en los tableros contrachapados .....	25
1.2.17	Métodos de análisis de la calidad de pegado de los tableros contrachapados.....	26
1.2.18	Elaboración de tableros contrachapados a nivel de laboratorio en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A.....	27
1.2.19	Fabricación del tablero y evaluación de sus propiedades .....	27
1.2.20	Normas técnicas Ecuatorianas .....	30
1.2.21	Herramientas estadísticas .....	31

## CAPÍTULO II

2.	METODOLOGÍA .....	33
2.1	Hipótesis y especificación de las variables .....	33
2.1.1	Hipótesis general:.....	33
2.1.2	Hipótesis específicas:.....	33
2.1.3	Identificación de variables: .....	34
2.1.3.1	Variables Independientes: .....	34

2.1.3.2	Variables Dependientes: .....	34
2.2	Tipo y diseño de la investigación.....	38
2.3	Unidad de análisis .....	38
2.4	Población de estudio .....	41
2.5	Tamaño de las muestra.....	42
2.6	Selección de la muestra.....	42
2.7	Técnicas de recolección de datos .....	42

### CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
3.1	Análisis de resultados .....	44
3.1.1	Resultados obtenidos de las probetas.....	44
3.1.2	Observaciones .....	51
3.1.3	Prueba de Chi cuadrado .....	53
3.2	Pruebas de hipótesis.....	62
3.2.1	Hipótesis específicas .....	62

### CAPÍTULO IV

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	65
4.1	Propuesta para la solución del problema.....	65
4.2	Costos de implementación de la propuesta .....	65
	CONCLUSIONES .....	67
	RECOMENDACIONES .....	68

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Estudios con nuevas formulaciones.	4
<b>Tabla 2-2:</b> Operacionalización de Variables	35
<b>Tabla 3-2:</b> Matriz de Consistencia	36
<b>Tabla 4-2:</b> Ensayo 1. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.	39
<b>Tabla 5-2:</b> Ensayo 2. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.	39
<b>Tabla 6-3:</b> Ensayo 3. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.	39
<b>Tabla 7-2:</b> Características y conformación de los tableros contrachapados.	40
<b>Tabla 8-2:</b> Parámetros utilizados para el prensado frío y caliente de los tableros a nivel de laboratorio.	41
<b>Tabla 9-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668 % de resina y el 0,873 % de catalizador	53
<b>Tabla 10-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668% de resina y el 1,419% de catalizador.	54
<b>Tabla 11-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668% de resina y el 1,965% de catalizador.	55
<b>Tabla 12-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 0,873 % de catalizador.	56
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,419 % de catalizador.	57
<b>Tabla 14-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,965% de catalizador.	58
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 0,873 % de catalizador.	59

<b>Tabla 16-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 1,419 % de catalizador.	60
<b>Tabla 17-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 1,965 % de catalizador.	61
<b>Tabla 18-3:</b> Resumen de los resultados de Chi Cuadrado.	63
<b>Tabla 19-3:</b> Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,965 % de catalizador	63
<b>Tabla 20-4:</b> Costos de la nueva formulación de cola	65
<b>Tabla 21-4:</b> Resumen de costos de cola en tableros de 5,2mm	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Proceso productivo del tablero contrachapado	15
<b>Gráfico 2-1:</b>	Proceso de elaboración de los tableros contrachapados a escala laboratorio.	27
<b>Gráfico 3-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 43,668% de resina	44
<b>Gráfico 4-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 54,585% de resina	45
<b>Gráfico 5-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 65,502% de resina	47
<b>Gráfico 6-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 0,873% de NH <sub>4</sub> Cl	48
<b>Gráfico 7-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 1,419% de NH <sub>4</sub> Cl	49
<b>Gráfico 8-3:</b>	Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 1,965% de NH <sub>4</sub> Cl	50

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-1:</b>	Tablero Contrachapado Triplex	13
<b>Fotografía 2-1:</b>	Tablero decorativo	13
<b>Fotografía 3-1:</b>	Tablero Marino	14
<b>Fotografía 4-1:</b>	Tablero Duratriplex	14
<b>Fotografía 5-1:</b>	Selección, Corte y Secado de las chapas de madera.	28
<b>Fotografía 6-1:</b>	Componentes para la elaboración de la mezcla encolante.	28
<b>Fotografía 7-1:</b>	Preparación de la mezcla encolante.	29
<b>Fotografía 8-1:</b>	Prensado frío y prensado caliente.	29
<b>Fotografía 9-1:</b>	Evaluación de la calidad de pegado.	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A:</b>	Norma interna para el contenido de humedad de la chapa	74
<b>ANEXO B:</b>	Norma Interna para la preparación de cola	75
<b>ANEXO C:</b>	Norma Interna de la viscosidad de cola con la copa iso n <sup>o</sup> 8	76
<b>ANEXO D:</b>	Norma Interna de presión y tiempo en el pre prensado	77
<b>ANEXO E:</b>	Norma Interna de presión, tiempo y temperatura prensa yamamoto	78
<b>ANEXO F:</b>	Norma Interna ubicación de las probetas en el tablero para prueba de dos y tres ciclos	79
<b>ANEXO G:</b>	Norma Iwpa Procurement Standard for Imported Hardwood Plywood	80
<b>ANEXO H:</b>	NTE INEN 2363:2005-Tableros de madera contrachapada. Calidad de pegado. Métodos de ensayos	83
<b>ANEXO I:</b>	NTE INEN 900:2003- Tableros de madera contrachapada. Requisitos	94
<b>ANEXO J:</b>	Hoja de Control de Preparación de Cola	102
<b>ANEXO K:</b>	Hoja de Control del Encolado	103
<b>ANEXO L:</b>	Hoja de Control de Pre prensado	104
<b>ANEXO M:</b>	Hoja de Control Prensado en Caliente	105
<b>ANEXO N:</b>	Hoja de Reporte de Prueba de Pegado y Contenido de Humedad	106
<b>ANEXO O:</b>	Tabla de Distribución Chi cuadrado	107

## SIMBOLOGÍA

a	ancho de la chapa
CARB	Junta de Recursos del Aire de California
CH <sub>2</sub> O	formaldehído
cm <sup>3</sup>	centímetros cúbicos
Cs	contenido de sólidos
Csr	contenido de sólidos de la resina
Es	esparcimiento
g	gramos
Hi	hipótesis alternativa
Ho	hipótesis nula
IWPA	Wood Products Association
Kg	kilogramos
L	litros
l	longitud de la chapa
m	metros
m <sup>3</sup>	metros cúbicos
mg	miligramos
mm	milímetros
NH <sub>4</sub> Cl	Cloruro de Amonio
°C	grados centígrados
Pacc	peso del alma con cola
Pasc	peso del alma sin cola
pH	potencial hidrogeno
Pnc	peso neto de la cola



Pr	peso de la resina
pulg	pulgadas
Tm	total de la mezcla encolante
UF	urea formaldehido

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue estudiar la influencia de la cantidad de resina Urea-Formaldehído y del catalizador Cloruro de Amonio en la calidad de pegados de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey (*Hyeronima Alchorneoides*) en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS, con el fin de encontrar la mejor alternativa para el proceso de pegado, dando un tratamiento a la cantidad de resina Urea Formaldehído (UF) y catalizador Cloruro de Amonio en la formulación de cola que actualmente se está utilizando. Estudios anteriores generaron resultados positivos que alientan a continuar con la investigación utilizando este tipo de especie de madera. Las pruebas de investigación se realizaron a nivel de laboratorio, utilizando técnicas y equipos que simularon el proceso real. Se desarrolló un diseño experimental factorial 3 x 3, donde se trabajaron con dos variables: el tipo de tableros de espesor de 2,5 mm y la relación resina UF/catalizador, realizando para cada dosificación tres ensayos, y determinando a cada prueba la calidad de pegado. Los resultados fueron comparados con la Norma Internacional Wood Products Association (IWPA-2011) numeral 5.6, con la Norma Interna de la Empresa y con el método estadístico del Chi Cuadrado. Al final de la investigación se determinó que el 54,585 % de resina con el 1,965 % de catalizador es la mejor dosificación para mejorar la calidad de pegado de los tableros contrachapados utilizando como materia prima el mascarey, esta materia prima se aplicó a nivel industrial en la empresa y se concluyó que cumple con las Normas mencionadas anteriormente. Se recomienda hacer uso de esta nueva formulación para mejorar el proceso de pegado en los tableros contrachapados.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <QUÍMICA>, <SECADO>, <JUNTADO>, <PRENSADO>, <ENCOLADO>, <PRODUCTO TERMINADO>.

## ABSTRACT

The objective of this research Project was to study the impact of the quantity of Urea-Formaldehyde resin and ammonium Chloride catalyst on the quality of plywood board adhesives manufactured using the wood species mascarey (*Hyeronima Alchorneoides*) in the company ENCHAPES DECORATIVOS. The aim was to find the best option for the bonding process, testing the amount of Urea Formaldehyde (UF) and Ammonium Chloride catalyst in the glue formulation currently being used. Previous studies have generated positive results that encourage further research using this type of wood species. Research test were conducted at the laboratory level using techniques and equipment that simulated the actual process. A 3 x 3 factorial experimental design was developed, where two variables were used: boards of 2,5 mm thickness and the UF/catalyst ratio, carrying out three tests for each dosage, and determining the quality of the glue in each test. The results were compared with the norms of the International Wood Products Association (IWPA-2011) numeral 5.6, with the Internal Standards of the company and with the statistical Chi Squared test. At the end of the research project it was determined that 54,585% of resin with 1.965% of catalyst is the best dosage to improve the quality of bonding of the plywood boards using mascarey as a raw material, this raw material was applied at industrial level in the company and it was concluded that it complies with the Standards mentioned above. It is recommended that this new formulation is used to improve the boding process in the plywood boards.

**KEY WORDS:** <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, < CHEMISTRY>. <DRYING>, <ANOINTED>, <PRESSED>, <GLUING>, <FINISHED PRODUCT>

## **INTRODUCCIÓN**

### **Identificación del problema**

La resina urea formaldehído (UF) es una resina hecha a base de urea y formaldehído, su amplia gama de utilidad en la industria es por su alta resistencia a la atracción y por las propiedades útiles que esta posee.

El Cloruro de Amonio llamada también sal amoniaco es inodoro e higroscópico es decir tiene afinidad a la humedad ambiental, se utiliza como catalizador en la formulación de adhesivos para contrachapados.

En la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A cuando trabajan con la especie maderera mascarey tiene problemas en el pegado con la resina UF al momento de fabricar tableros contrachapados.

El mascarey (*Hyeronima Alchorneoides*) una madera preciosa tropical con un color café rojizo, es favorable para trabajar tanto con maquinaria o a mano, tiene una alta durabilidad debido a su gran resistencia natural al deterioro y al ataque de los diversos insectos, por estas características importantes esta especie tiene una amplia utilidad en la empresa.

El problema que la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A presenta es que al utilizar la especie maderera mascarey considerada como una especie dura que no tiene uniformidad de humedad por lo que el proceso de secado se hace difícil y se debe realizar cuidadosamente a una velocidad lenta, esta no uniformidad en el contenido de humedad dificulta en el proceso de pegado, lo cual se está viendo afectado durante la producción de tableros contrachapados.

### **Justificación del proyecto**

El presente proyecto tiene como finalidad evaluar los resultados de las pruebas que se obtengan de manera experimental de las distintas variaciones de porcentaje de resina Urea-Formaldehído y catalizador Cloruro de Amonio en la formulación de cola para mejorar el proceso de producción de tableros contrachapados utilizando especies madereras duras como el mascarey.

La empresa también realizado varios seguimientos disminuyendo un porcentaje de catalizador en la formulación de cola elaborada con resina UF para determinar su influencia y mejoramiento

continuo en calidad de pegado de sus productos los cuales no se han podido obtener resultados favorables que beneficien al proceso de pegado.

La necesidad que tiene la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A de encontrar la mejor alternativa para el proceso de pegado justifica proponer un “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA RESINA UREA FORMALDEHIDO Y DEL CATALIZADOR CLORURO DE AMONIO EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS CONTRACHAPADOS.” para evaluar si dicha variación influye en la calidad de pegado mejorando, cumpliendo con la prueba de pegado tres ciclos y respetando las normas establecidas por la empresa permitiendo disminuir el porcentaje del producto no conforme.

Las diferentes variaciones en la formulación de la cola se realizaran a escala de laboratorio utilizando equipos y materiales que simulen el proceso en planta.

## Objetivos

### *Objetivo general*

Estudiar la influencia de la cantidad de resina Urea-Formaldehido y del catalizador Cloruro de Amonio en la calidad de pegados de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey. (*Hyeronima Alchorneoides*) en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS ubicada en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

### *Objetivos Especificos*

- Realizar tableros contrachapados de prueba de 5,2 mm con la especie maderera mascarey variando en la formulación de cola la cantidad de catalizador y resina UF.
- Realizar la prueba de tres ciclos de los tableros de prueba de cada una de las variaciones de la formulación de cola.
- Determinar la cantidad optima de resina UF y catalizador basado en la prueba de tres ciclos.
- Desarrollar a nivel de producción la formulación optima de cola obtenida del estudio.

## **CAPÍTULO I.**

### **1 MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Antecedentes de la investigación**

La empresa Enchapes Decorativos S.A. es una industria dedicada a la fabricación de tableros contrachapados, elaborados con finas láminas o chapas de madera adheridas entre sí, donde las de sentido transversal al tablero se les denominan almas y las de sentido longitudinal caras. Para armar el tablero se van alternando las almas y caras hasta formar un número impar desde 3 hasta 7 capas obteniéndose el grosor del tablero contrachapado.

Pasos del proceso productivo de la fabricación del tablero contrachapado: Recepción de materia prima (troncos de árboles cortados en trozas); laminado (obtención de las láminas o chapas con dimensiones de 137 x 252 cm para caras y de 126 x 210 cm para almas y espesores de 0,8; 0,30; 0,36 mm entre otros); secado de las chapas en un secadero industrial continuo (para reducir el contenido de humedad a rangos que no perjudiquen el pegado de los tableros y las emisiones de formaldehído libre); selección de la chapa (para caras y almas); encolado (paso de las almas a través de la encoladora donde se aplica la cola por ambas superficies para unir las almas y las caras entre sí y armar el tablero); prensado en frío (donde se alisa la ondulación de la chapa) y prensado en caliente (donde se produce el pegado de las chapas). Después pasa a la línea de terminado (corte y lijado) y al control del pegado de tablero.

En la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A se han realizado varios estudios sobre la modificación de la cola para tableros contrachapados la cual se detalla a continuación:

**Tabla 1-2:** Estudios con nuevas formulaciones.

<b>Nombre del Estudio</b>	<b>Tipo</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>
Disminuir el porcentaje de catalizador (cloruro de amonio) del 2% al 1.8% en la formulación de cola con resina UF-801 actualmente usada.	Ensayo	Química. Mónica Mediavilla	Junio 2011
Sustitución del Kenocatch MC actualmente utilizado en la formulación de cola con resina UF-801 por el Kenocatch 50-30	Ensayo	Química. Mónica Mediavilla	Julio 2011
Disminución el porcentaje de catalizador del 2% al 1,8% en la formulación de cola con resina UF-801 más Kenocatch	Ensayo	Química. Mónica Mediavilla	Agosto 2011
Seguimiento de la formulación de cola usando resina UF-801 más Kenocatch MC con el fin de compararlo con la resina UF-801 más Kenocatch 5030.	Seguimiento	Química. Mónica Mediavilla	Septiembre 2011

Realizador por. AUCAPIÑA Diana. 2017

## **1.2 Marco Conceptual**

### ***1.2.1 Fabricación de tableros contrachapados***

**La madera.** Es un material higroscópico, complejo, heterogéneo de origen vegetal, es decir absorbe o genera humedad al ambiente, esta es una de las materias primas de vital importancia dentro de la industria del contrachapado en todo el mundo. (Solis, 2013 p. 01)

Para mejorar las condiciones de transformación de la madera, reducir daños ocasionados por distintos ataques biológicos y facilitar la aplicación de adhesivos y barnices es importante remover el exceso de humedad que posee el material. (Solis, 2013 p. 03)

La madera en verde al secarse pierde un porcentaje del contenido de humedad reduciendo aproximadamente el 25 a 50 % de su peso inicial, esto permite una fácil manipulación de la especie durante su producción.

Si el proceso de secamiento de la madera se realiza correctamente y se obtiene un contenido de humedad de equilibrio, sus dimensiones y forma no cambia.

La resistencia mecánica de la madera aumenta conforme su humedad es removida hasta que el agua libre se elimine ya que sus propiedades mecánicas prácticamente permanecen constantes, con un contenido de humedad menor al 10 % es aproximadamente un 33 % más resistentes que la madera verde . (Conceptos básicos sobre el secado de la madera, 2005 p. 1)

La madera con un contenido de humedad menor al 20 % no sufre degradación producida por hongos, si la madera es correctamente seca no es atacada por los insectos que degradan la madera en verde. La madera seca es considerada como un aislante térmico, la transmisión del calor es baja porque sus espacios celulares e intercelulares están ocupados por el aire. Mientras menor sea el contenido de humedad de la madera mayor es la resistencia al paso de la corriente eléctrica y es considerada con un material aislante eléctrico. (Conceptos básicos sobre el secado de la madera, 2005 p. 2)

Gracias al aprovechamiento, comercialización e industrialización de los productos forestales maderables genera varias fuentes de empleo para grandes y pequeños productores que hacen de la extracción y comercialización de la madera una de las principales fuentes de ingresos económicos, así como también los que trabajan en el procesamiento y transformación de materias primas tanto en la pequeña, mediana y grande industria maderera en el país. (Romero , y otros, 2011 p. 1).

**El mascarey.** Posee varios nombres comunes en algunos países como: en Ecuador se conoce como Mascarey o Motilón; en Bolivia como Manzano Uvilla; en Perú como Palo Sangre y en Venezuela como Satatu o Quindu.



Esta especie forestal que se encuentra particularmente en los bosques húmedos de la región amazónica del Ecuador en la base de los andes esta entre 0 y 1500m de altitud, también se encuentra en los suelos rojos in fértiles o en suelos relativamente fértiles, son más frecuentes en suelos secundarios en la región costa del Ecuador.

Cuando el troco es recién cortado la labura presenta un color cremoso rosado y el duramen es de color marrón rojizo claro, cuando la madera se seca al aire la albura toma un color blanco rosáceo y el duramen se torna a un color marrón rojizo claro. La madera es una especie semidura, tiene un peso específico básico medio entre 550 y 750 Kg/m<sup>3</sup>.

La maceración de esta especie se hace aproximadamente en un tiempo 120 a 144 horas a una temperatura 90 a 120 grados centígrados, necesita tener una buena maceración para evitar problemas durante su laminado. El laminado se realiza cuidadosamente, en ocasiones presenta pequeñas piedras en su interior perjudicando al proceso de laminado. (Haro Ramirez, 2015 p. 19)

El secado de esta especie se torna difícil, presenta problemas porque tiene una porosidad baja que no permite que salga la humedad de ciertas áreas de la chapa.

La velocidad de secamiento debe ser muy rápida para evitar que la especie pueda sufrir daños durante el proceso de secado. Por su durabilidad y su buen preservado es muy resistente al ataque de hongos y termitas. (Haro Ramirez, 2015 p. 21)

El mascarey por su color característico tiene una gran variedad de aplicaciones dentro de la industria maderera así como tableros decorativos que son utilizados para la fabricación de muebles, mesas, sillas, puertas, ventanas, chapas decorativas, almas de tableros contrachapados y otros productos de carpintería de buena calidad. (Haro Ramirez, 2015 p. 42)

**Adhesivo.** Mezcla encolante es fabricada a base de resinas sintéticas, es decir, productos de la industria química, cuyos principales componentes son: agua, catalizador, resina (úrea - formaldehído), sólidos (harinas) y tanino vegetal (secuestrante de formaldehído). (Parada, y otros, s.f.)

La resina es de color claro y produce una línea de cola uniforme, por ende es el adhesivo más utilizado para la producción de tableros contrachapado de usos interiores por su rápido curado. Este adhesivo ocasionalmente presenta una baja resistencia a la humedad, también contiene un porcentaje moderadamente alto de formaldehído en su composición, este es tóxico y se expande al ambiente por evaporación. (Parada, y otros, s.f.).

**Resina UF.** Las resinas de urea-formaldehído son polímeros de condensación que se utilizan como resinas sintéticas obtenidas de la reacción entre la urea (un cristal sólido obtenido a partir de amoníaco) y del formaldehído (un gas altamente reactivo que se obtiene a partir de metanol), que esta catalizada por el Cloruro de Amonio. (Solis, 2013 p. 19)

Estas resinas son utilizadas generalmente como adhesivos para pegar capas de madera, tableros de partículas y otros productos de madera estructurada.

#### **Reacción de formación de las resinas UF: síntesis, caracterización y optimización.**

Las resinas de UF se producen industrial y tradicionalmente por reacción de urea y formalina (disolución acuosa de formaldehído) en cuatro etapas:

- Reacción de adición, entre la urea y el formaldehído (hidroximetilación).- Se dan a partir de una mezcla de especies hidroximetilureas de tipo mono, di, y trisustituida, también se dan en moléculas oligoméricas.

Estas se desarrollan en medio básico y en un pH controlado, puesto que en un medio básico los derivados de metil-ol se condensan rápidamente. (Estévez, 2012 p. 12)

- Reacción de condensación entre las especies de hidroximetilurea.- Son originarios de los prepolímeros, que se forman a partir de los enlaces aminometileno, así como también enlaces tipo éter. Es considerado un paso crítico; debido a que son responsables de la emisión de formaldehído.

También controlan el grado de condensación, a mayor grado de condensación se forman moléculas de resina de alto peso molecular, disminuyendo su solubilidad en agua. (Morales, 2010 p. 06)

- Segunda adición de urea y neutralización.- Es importante para formar resinas con buenas propiedades y con una baja emisión de formaldehído y para obtener una baja relación molar de formaldehído a urea.

La relación molar está establecida de tal forma que se obtenga un mínimo de exceso de formaldehído libre que se necesita para la reacción de curado o endurecimiento. Por otra parte, la urea sin reaccionar otorga una mejor estabilidad a las resinas durante el almacenamiento. (Estévez, 2012 p. 13)

- Curado final de la resina.- Continuación de la reacción de condensación. Para este procedimiento la condición ácida se obtiene por la adición de un endurecedor latente como sulfato de amonio, adición directa de ácidos o compuestos ácidos disociados en agua. (Vallejos, 2010 p. 09)

**Resina UF-801.** Es una resina líquida a base de urea-formol con un porcentaje de contenido de sólidos del 60 %, que se utiliza principalmente para la producción de tableros contrachapados, con una cantidad considerable de emisiones de formaldehído que se puede disminuir con la aplicación de una sustancia secuestrante de formol.

La ventaja de la utilización de la resina es que tiene buenas propiedades de track para prensado. El contenido de sólidos que debe tener la mezcla encolante es de 32 % cumpliendo con la norma que establece.

La fórmula para calcular el contenido de sólidos es:

$$\% CS = \frac{(Pr * CSr)}{Tm}$$

Donde:

CS= Contenido de Sólidos

Pr= Peso de la resina

CSr= Contenido de Sólidos de la Resina

Tm= Total de la Mezcla Encolante

**Harina Industrial.** La harina ejerce un papel importante en la preparación de la mezcla encolante pues ayuda con viscosidad de la cola, además de ayudar a taponar los poros de la madera para lograr un adecuado encolado, al agregar el componente también ayuda a disminuir gastos económicos ya que la resina es el ingrediente más caro. (López, 2011 p. 123)

**El Insecticida.** El WOODCIDE 480 es un insecticida industrial para tratamientos de maderas, se describe como una mezcla de compuestos químicos de la familia Órgano-Fosforado en medio alcohólico altamente concentrado se utiliza para prevenir la presencia de insectos como gorgojos, termitas que deterioran a la madera en el proceso industrial, en usos comerciales y en vivienda. (GALIPQUIM Cia.Ltda, 2017)

Para su utilización debe ser diluida en agua y luego aplicar una pequeña cantidad en la mezcla encolante.

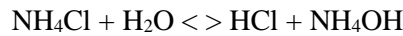
**El agua.** El agua es el solvente donde se disuelven los componente que conforman la mezcla encolante como son la harina de trigo, la resina UF-801, el catalizador Cloruro de Amonio, la solución preparada de colatan y la solución preparada de insecticida. (López, 2011 p. 60)

**Tanino Vegetal.** Es una solución especial preparada de colatan que se utiliza como secuestrante de formaldehído en la fabricación de tableros contrachapados, esta solución ayuda a disminuir las emisiones de formaldehído.

**El catalizador.** Para el curado de las resinas urea formaldehído se utiliza como catalizador al Cloruro de Amonio que es un polvo fino blanco que ayuda acelerar la velocidad de reacción del curado.

El catalizador controla la acidificación que produce la reacción de polimerización de la resina hasta su total endurecimiento, impide el pre curado y permite la normal operación del encolado, armado, curado. (POBLETE, y otros, 1993 p. 55)

La reacción de descomposición del catalizador en el proceso de prensado es:



La adición del catalizador en la mezcla encolante tiene un efecto importante sobre las propiedades del tablero contrachapado, los cambios de estas propiedades también depende del pH de la especie. (POBLETE, y otros, 1993 p. 56)

### **1.2.2 Tablero contrachapado**

El tablero contrachapado llamado también multilaminado, triplay, madera terciada o hardwood plywood está compuesto por varias capas de madera generalmente impares, para equilibrar su estructura y comportamiento. (España, 2008 p. 60)

El contrachapado se obtiene mediante el encolado de chapas de madera superpuestas de modo que sus fibras formen un ángulo generalmente de 90°. La importancia de la disposición de las chapas es para obtener una mejor estabilidad dimensional y mantener una buena resistencia tanto en el sentido longitudinal con el transversal de los tableros. (España, 2008 p. 61)

Generalmente las dimensiones de los tableros contrachapados para su comercialización son de 1,22 x 2,44 m y con un espesor de 3,6 mm hasta de 20 mm, principalmente con especies madereras con densidades medias y bajas. (Coro, y otros, 2013 p. 02)

El tablero contrachapado está compuesto por:

- Chapas son láminas finas de madera que se obtienen del desenrollo de la troza que no sobrepasa los 7 mm de espesor y se utilizan para la fabricación de tableros contrachapados.
- El Alma son chapas interiores con las fibras transversal al tablero que también está constituida por piezas de madera como: listones, tablas y tablillas que son juntas y encoladas entre si hasta alcanzar el área requerida. (Nevado, 2002 p. 02)

- Caras son capas exteriores o interiores con la fibra longitudinal a la dirección al tablero. Las caras exteriores describen la calidad del tablero contrachapado.
- Recubrimientos se utiliza chapas decorativas de madera, revestimientos plásticos y papel impregnado con resinas sintéticas. (Nevado, 2002 p. 03)

### **1.2.3 Industria del contrachapado**

La actividad industrial que tienen las industrias madereras es el procesamiento de la madera tomando en cuenta desde su plantación hasta la transformación de trozas que son destinadas para los diferentes usos en las principales empresas que particularmente producen tableros contrachapados.

En Latinoamérica la producción del tablero contrachapado es una de las industrias más importante debido a su nivel tecnológico alto. Por otro lado también hay industrias madereras donde su nivel tecnológico depende del tamaño de la empresa y del tipo de calidad que proporcionen sus productos. (Peralta , 2011 p. 12)

Hace aproximadamente cuatro décadas en el Ecuador nace la industria maderera, actualmente existen varias empresa dedicadas a la producción de tableros contrachapados, tableros aglomerados, puertas, muebles y otros productos derivados de la madera. (Peralta , 2011 p. 14)

En nuestro país, Ecuador, la industria maderera no solo se ocupa de la fabricación de tableros contrachapados, también se preocupa por formar su propio patrimonio forestal mediante plantaciones de especies madereras y protegiendo los bosques nativos, estas industrias están relacionadas directamente con la producción de madera de los bosques nativos y plantaciones forestales que también genera grandes beneficios tanto ambientales como económicos para la población.

Los productos forestales primarios son industrias que utilizan la madera rollizada o trozas como materia prima para la fabricación de productos semielaborados como: tableros contrachapados, listonados, aglomerados, chapas de madera, madera aserrada, madera de fibra, etc.

En el Ecuador existen 5 empresas dedicadas a la producción de tableros contrachapados como son: ENDESA y PLYWOOD ECUATORIANA ubicadas en la ciudad de Quito, CODESA localizada en la ciudad de Esmeraldas, BOTROSA, ubicada en el cantón Quinindé-Esmeraldas, ARBORIENTE localizada en la ciudad del Puyo, estas empresas utilizan como materia prima la madera proveniente de bosques nativos y plantaciones particularmente de especies tropicales. (Peralta , 2011 p. 18)

#### ***1.2.4 Enchapes Decorativos S.A***

La empresa Endesa es una industria forestal ecuatoriana, que utiliza como materia prima la madera para la producción de tableros contrachapados, alistonados, chapas decorativas y productos afines respetando y cumpliendo las normas de calidad para el mercado. (Endesa-Botrosa, 2016)

Su objetivo principal es ser líderes en su campo y ser reconocidos nacional e internacionalmente por el excelente desarrollo de los recursos humanos y la utilización de nuevas tecnologías para su producción. (Endesa-Botrosa, 2016)

También se preocupan del cuidado del medio ambiente incrementando recursos forestales dentro del país, mediante programas de manejo forestal sustentable de bosque nativo y plantaciones. (Endesa-Botrosa, 2016)

Endesa tiene más 36 años de experiencia exportando a más de 10 países sus productos con calidad internacional.

##### ***1.2.4.1 Tablero Contrachapado – Triplex.***

En comparación con otros este tipo de tableros son fabricados con maderas tropicales que no se ven afectados con los cambios de temperatura y humedad debidos a su gran resistencia física mecánica. Estos tableros son fabricados con pesos de tal forma que son fáciles de transportar y almacenar, por gran estabilidad dimensional no tienden a curvarse o a deformarse, tiene un excelente acaba debido a su proceso de triple lijado. Una de las ventajas que proporciona el tablero contrachapado es que puede ser fácil manejable con herramientas de carpintería cortar en

cualquier lugar, cepillar en cantos, perforar y atornillar, también retiene clavos y tornillos sin ocasionar rajaduras a diferencia de otros productos. (Endesa-Borotosa , 2016)



**Fotografía 1-1:** Tablero Contrachapado Triplex  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

#### **1.2.4.2 *Tablero Decorativo.***

Este tablero está formado con chapas laminadas de especies madereras decorativas, dependiendo las necesidades del cliente se forman con una o dos caras decorativas. Son utilizadas para la decoración de interiores, mueblería, estanterías, puertas, cocinas, baños, etc. (Endesa-Botrosa , 2016)

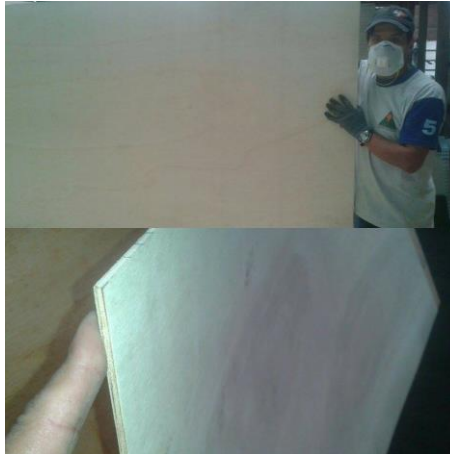


**Fotografía 2-1:** Tablero decorativo  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

#### **1.2.4.3 *Tablero Contrachapado Marino.***

Este tipo de tablero se fabrica con resina fenólica, pueden ser barnizado o pintado tiene buena resistencia a humedades altas y al contacto con el agua, se utilizan como exteriores para la construcción de viviendas, muebles de cocina, recubrimiento estructural de pisos, muros y techos, moldeo de hormigón y usos marinos en general. (Endesa-Botrosa, 2016)





**Fotografía 3-1:** Tablero Marino  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

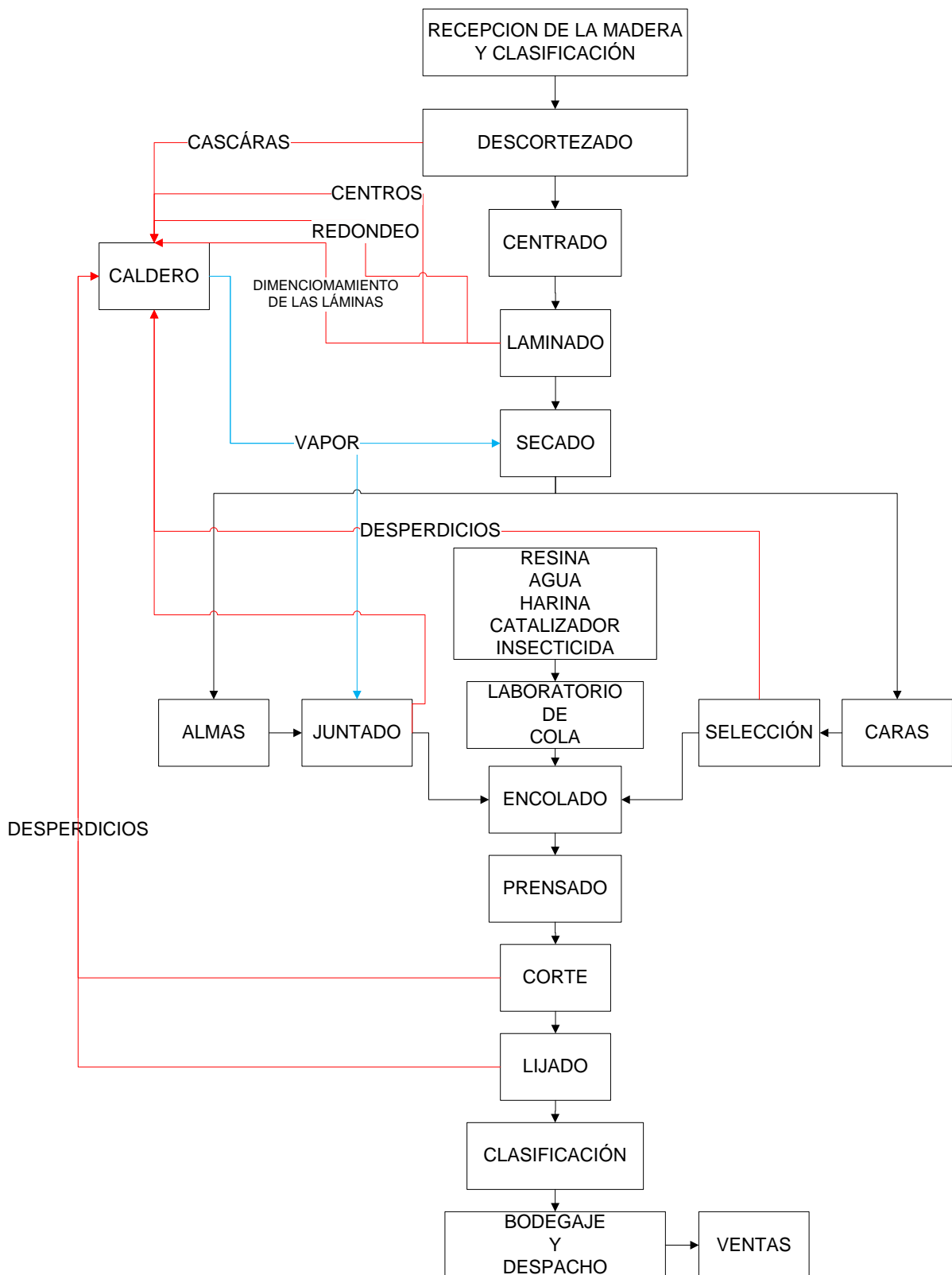
#### 1.2.4.4 *Tablero Duratriplex.*

Es un tablero marino donde sus caras exteriores están recubiertas de una película fenólica, tiene una gran durabilidad, es resistente a los golpes y rasguños, si se le dan una buena utilidad este tablero puede ser reutilizado varias veces, tiene múltiples aplicaciones como por ejemplo se utiliza para encofrados, moldeo donde existan tuberías, pisos de plataformas, pisos de camionetas, camiones, buses, etc. (Endesa-Botrosa, 2016).



**Fotografía 4-1:** Tablero Duratriplex  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### 1.2.5 Proceso Productivo de los Tableros Contrachapados



**Gráfico 1-1:** Proceso productivo del tablero contrachapado  
 Fuente: (Solís, 2013, p.7)

En el diagrama de bloques del gráfico 1 se describe el proceso productivo del tablero contrachapado que inicia con la recepción y clasificación de la materia prima, las trozas receptadas son de diferentes especies, diámetros y dimensiones.

Para el corte de la madera hay que tener en cuenta ciertos aspectos importantes: como la correcta tala de los árboles, de acuerdo a las necesidades en función de grosor, medidas y calidades, tener una buena distribución de las trozas para facilitar la recepción y reclasificación, en la fábrica la recepción de las trozas se realiza en el área establecida que es el patio.

El descortezado es el proceso de desenrollo donde se eliminan las cortezas de las trozas, utilizando una máquina descortezadora, su funcionamiento es por medio de un sistema de ganchos que sostiene el cabezal aplicando una presión sobre la superficie facilitando la eliminación de la corteza de la troza.

Cuando las trozas son demasiado grandes se procede hacer un corte y un descortezado previo en el sitio de almacenamiento y antes de ingresar a los tornos.

La presión y la profundidad de los ganchos que se aplica al proceso de descortezado debe modificarse de acuerdo al tipo de especie que se vaya a utilizar.

El laminado es el proceso de desenrollo de la troza en caras exteriores o interiores sus fibras son paralelas a las trozas y almas donde sus fibras son perpendiculares a la troza que constituyen las capas que forman los contrachapados de madera.

Este proceso se da, haciendo girar a la troza en un cuchillo del torno, mediante la calibración adecuada del torno se genera láminas de chapas en forma continua, dependiendo el tipo de especie y calidad de la madera que se esté operando, se obtienen los diferentes espesores como 0,87; 1,5; 2,5mm; etc.

Para facilitar el desenrollo de las trozas suelen ser sumergidas en grandes pozas de maceración, durante un tiempo determinado con agua caliente, para ablandar las fibras de la madera.

El secado es de vital importancia para cualquier proceso de transformación de la madera, para la producción de tableros contrachapados se utiliza cámaras industriales de secado que extrae la mayor cantidad de agua de la chapa hasta lograr obtener una humedad final inferiores al 12% tanto para almas como para las caras.

Antes de pasar al proceso de encolado se clasifican las caras secas de mejor calidad y se realiza un pre armado del tablero cumpliendo con las especificaciones o instrucciones del trabajo.

Para formar las almas se utilizan pedazos de madera seca que son provenientes de la recuperación del desenrollo estas son pasadas por las juntadoras para unir los pedazos y así formar almas con dimensiones estandarizadas, la máquina se encarga de rechazar el material ondulado y descalibrado.

La mezcla encolante que se utiliza en el contrachapado se prepara un pegamento el cual tiene como función dar la adherencia permanente a las diferentes capas que conforman el tablero contrachapado.

En este proceso se encolan las almas de madera utilizando una máquina con rodillos que dosifican la cantidad de cola, distribuyendo uniformemente en las dos áreas de la chapa.

El pre-prensado o que es lo mismo prensado en frío, aquí se acomodan las capas que forman el tablero donde intervienen factores como presión y tiempo que permite que la cola ingrese en forma proporcional a los espacios que existen entre las fibras de la madera.

El prensado frío es importante para desarrollar el TACK o calidad del pegado ayudando a dar una mejor consistencia en el tablero.

Posteriormente pasa al proceso de prensado caliente donde se termina de establecer la calidad de pegado del tablero, este proceso ayuda acelerar la reacción de la cola permitiendo una mayor resistencia en la unión entre el adhesivo y las chapas de maderas.

En la prensa es donde se produce el curado de la mezcla encolante, la reacción de polimerización se da con la acción de la temperatura y tiempo de prensado, la presión que se ejerce en el proceso permite facilitar el contacto entre las caras y almas de la estructura del tablero. Es importante mencionar que los factores de presión, temperatura y tiempo dependen del espesor del tablero y del tipo de resina utilizada.

El cortado y lijado, línea de terminado, los tableros pasan por las sierras, quedando sus cantos perfectamente perpendiculares a sus caras y totalmente escuadrados, la medida a la que son cortados es de 1,22 x 2,44 m. Antes de ingresar al proceso de lijado, los tableros son pasteados manualmente con una masilla especial del mismo tono de la madera, proceso que permite ocultar mínimas imperfecciones.

Los tableros son lijados con máquinas que poseen bandas pulidoras para darles la terminación superficial requerida y para obtener el espesor final del tablero. Estas máquinas poseen dos lijas, una de las lijas es de grano fino que es la que da el acabado final y la calidad del lijado.

La clasificación del producto final se determina en función del espesor y necesidades del cliente cumpliendo y respetando las normas de calidad establecidas.

El almacenamiento de los tableros se realiza según su espesor, calidad y destino.

#### ***1.2.6 Influencia del contenido de humedad de la madera en la fabricación de tableros contrachapados***

El contenido de humedad es el agua existente en la madera, y se define como la relación porcentual del peso del agua contenida en la madera, respecto al peso seco es decir peso de la madera libre de humedad.

Para determinar el contenido de humedad existen varios métodos, los más importante son el método gravimétrico o por diferencia de peso y el método eléctrico.

El método gravimétrico o por diferencia de peso, se realiza tomando el peso inicial de una probeta de madera, es decir antes de entrar al secadero y el peso final después que sale del secadero, este método por ser el más exacto es utilizado por organismos de normalización para calcular el contenido de humedad de la madera.

Dependiendo del tipo de especie el proceso suele ser particularmente lento que puede tardar varias horas o incluso días.

#### ***Fórmula para calcular el contenido de humedad***

$$CH = \frac{Pi - Pf}{PF} \times 100$$

El método eléctrico, la resistencia al paso de la energía eléctrica es una de las propiedades más importantes de la madera, estas propiedades facilitan la fabricación de materiales eléctricos que permite medir el contenido de humedad de la madera, estos medidores se llaman hidrómetros, su lectura se realiza de forma inmediata, la desventaja de estos medidores eléctricos es que generan limitaciones principalmente en el rango de confianza que va de 6 al 30 % de contenido de humedad de la madera, por ello se debe corregir la lectura dependiendo de la temperatura y especie. (Conceptos básicos sobre el secado de la madera, 2005)

#### ***1.2.7 Importancia de la Viscosidad de la mezcla encolante.***

El factor importante de la elaboración del adhesivo es que la viscosidad de la mezcla este dentro del rango establecido para el proceso de encolado de los tableros.

Las viscosidad de la mezcla encolante tiene mayor influencia en el esparcimiento del adhesivo pues facilita su movilidad e indica los límites de aplicación en la superficie del tablero. (Lizandro, 2006 p. 03)

A viscosidades altas no permite que se expanda fácilmente sobre la chapa, a bajas viscosidades se expande rápidamente por el área de la chapa y no permite obtener un buena línea de cola.

Cuando la viscosidad del adhesivo cumple con la norma establecida, facilita la penetración en los poros y cavidades de la madera permitiendo una buena adherencia en toda la superficie de la chapa. (Lizandro, 2006 p. 6)

Para medir la viscosidad se utilizan varios instrumentos o equipos, el más utilizado es el viscosímetro Brookshield, su funcionamiento se basa en las fuerzas generadas por la torsión de un rotor sumergido en la solución que se va a medir.

La medición de la viscosidad debe ser medida a una misma temperatura, puesto que la temperatura tiene influencia sobre la viscosidad y esta influye en la penetración de la mezcla encolante en la madera y en su fraguado. (AITIM, 2002)

#### ***1.2.8 Importancia de la mezcla encolante en las propiedades del tablero contrachapado.***

La adhesión se fundamenta en que la materia está constituida por átomos y moléculas generalmente unidas entre sí por fuerzas de naturaleza eléctrica.

La unión de la madera con la mezcla encolante presenta dos fuerzas de resistencia de adherencia: la adherencia específica y mecánica y las fuerzas de cohesión del adhesivo.

A las fuerzas de atracción molecular entre el adhesivo y las superficies unidas se conoce como la adherencia específica, considera también la principal fuerza de resistencia de las uniones.

La adherencia mecánica es un anclaje mecánico al penetrar el adhesivo en las cavidades superficiales de la madera.

La resistencia interna de la línea de cola depende de la cohesión o fuerza con que se unen entre si las moléculas del adhesivo. (Lizandro, 2006)

### ***1.2.9 Influencia de la mezcla encolante en la fabricación de tableros contrachapados***

El formaldehído ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), es un compuesto orgánico debido a su polimerización rápida se utiliza como componente en varias resinas que son utilizadas en las industrias como agentes adhesivos para la producción de madera contrachapada y aglomerados.

Las resinas de formaldehído poseen propiedades y características para su proceso y aplicación, las cuales son: buenas propiedades térmicas, tiene una excelente adhesión, no generan color durante su curado, tienen alta reactividad y costo bajo, por este motivo estas resinas son las más utilizadas principalmente para la fabricación de tableros contrachapados.

La desventaja que presenta estas resinas son las emisiones de formaldehído que genera durante su uso.

Al emitir el formaldehído libre de los tableros al ambiente resulta perjudicial para los seres humanos causando adormecimiento, dolor de cabeza, náuseas y malestares respiratorios. Por lo que es recomendable tener un mayor control en el nivel de las sustancias que resulten nocivas para el aire de ambientes de lugares públicos como bancos, hogares y hospitales.

Para los Estados Unidos de Norteamérica el límite máximo de emisión formaldehído, la Junta de Recursos del Aire de California CARB ha contemplado reducir desde el mes de Junio del 2012 un nivel de 0,05mg/l para los tableros contrachapados.

Con esta exigencia para la producción del contrachapado se limita la aplicación de resinas urea formaldehído, motivo por el cual se han realizado investigaciones que encaminan a utilizar resinas con bajas relaciones formaldehído/urea.

Para respetar las normativas establecidas ha llevado a utilizar resinas reforzadas con otros productos como es el secuestrante de formol, este reacciona con el formaldehído y se forma una resina más resistente al ponerse en contacto con el agua, por su peso molecular elevado solo requiere de una pequeña cantidad.



Al mezclarse el secuestrante de formol con el urea formaldehído captura al formol libre no reaccionado durante el fraguado, esto evita que durante el uso de los tableros no se emita formaldehído al medio ambiente.

Por parte de los productores del contrachapado de madera con el fin de disminuir el nivel de formaldehído libre buscan otras alternativas modificando factores como: la composición, cantidad de catalizador, parámetros del prensado y contenido de humedad de las especies madereras.

#### ***1.2.10 Influencia de la densidad de la madera en el proceso de encolado***

La densidad de las maderas es importante para el proceso de encolado, cuando la densidad de la madera aumenta sus propiedades de resistencia también aumentan. La madera con densidades menores disminuyen la resistencia de la unión encolada, pues la madera absorbe totalmente el adhesivo.

En las maderas con densidades menores a  $0,7 \text{ g/cm}^3$  también disminuyen la resistencia de la unión, esto es ocasionada por la mala aplicación de la mezcla encolante o por un escurrimiento lateral al generar la presión. (Garay, y otros, 2013)

Para obtener una buena resistencia de unión, la madera debe ser correctamente preparada según el tipo de especie que se utilice o también se puede modificar la preparación del adhesivo ya sea en su formulación o en las condiciones que se apliquen.

Mientras mayor sea la penetración de adhesivo en la madera se obtendrá una mejor unión en el encolado. ( INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE LA MADERA EN LA ENCOLABILIDAD DE *Pinus radiata* D.DON, s.f.)

#### ***1.2.11 Influencia del contenido de humedad y pH de la madera en el proceso de encolado.***

El contenido de humedad de la madera es uno de los factores más importantes en el proceso de encolado, la variación puede ocasionar cambios dimensionales, lo que producirá fuerzas o tensiones disminuyen la resistencia de unión en el encolado.

Para generar una buena resistencia de unión en el encolado es recomendable que la madera tenga un contenido de humedad entre 4 y 12 %.

El pH de la madera también influye sobre el encolado porque afecta el cambio de velocidad de viscosidad de la mezcla encolante. Hay especies madereras que ayudan a acelerar el proceso de fraguado del adhesivo y especies con niveles extremos de pH retardan el fraguado.

El pH de la madera y del adhesivo deben relacionarse para que el pH de las reacciones químicas que ocurren durante el fraguado de la mezcla encolante esté dentro del rango establecido. (Cea, 2003)

#### ***1.2.12 Influencia del pH del adhesivo en el proceso de encolado.***

Es importante medir el parámetro pH de la mezcla encolante, puesto que el fraguado del adhesivo depende particularmente del pH. Una acidez alta afecta la viscosidad, el fraguado reduciendo la resistencia de unión así como también puede ocasionar corrosión en la maquinaria.

Para los adhesivos sintéticos el fraguado se da con valores de pH particularmente bajos, con la desventaja que afecta el deterioro en la madera. Cabe mencionar que existe una buena correlación lineal entre la humectabilidad y la resistencia de unión utilizando resinas a base de urea-formaldehído. (Tito, 2015)

#### ***1.2.13 Influencia de la temperatura en el proceso de encolado***

La temperatura es otro parámetro que se debe tener en cuenta en el proceso de encolado, cuando la temperatura se eleva drásticamente el aire atrapado se expande en la cola, formando burbujas de aire.

Con un curado rápido del adhesivo no permite que este aire se expanda permaneciendo en la línea de cola. Las burbujas de aire formadas en la línea de cola durante el curado disminuyen la resistencia de unión adhesiva.

#### ***1.2.14 Curado de la mezcla encolante***

El curado es el proceso de cambiar las características físicas de un adhesivo por la reacción química, es decir el cambio de un estado a otro.

La relación del curado del adhesivo con las características de los enlaces en la madera es:

A una temperatura ambiente se produce un curado lento, generando el tiempo necesario para que los componentes de la madera estén prácticamente cubiertos con el adhesivo y se proporcione una buena resistencia en la unión.

La madera se hablanda en presencia del calor y la humedad, permitiendo que las superficies de la madera tengan un contacto más cercano.

Con la calefacción acelera el curado del pegamento, reduciendo el retardo cuando se emplea la presión. (LU CHANG-SAY, 2014)

#### ***1.2.15 Adherencia de la mezcla encolante en la madera***

La adherencia es el contacto de capa superficial de la madera con la capa molecular de la mezcla encolante, la madera se adhiere fácilmente en comparación con la mayoría de substratos. La madera requiere del adhesivo para mantener a las superficies unidas.

Para realizar uniones de madera se utilizan en su mayoría adhesivos de formaldehidos generando una desventaja por la emisión de sustancias formaldehídicas.

Se considera los aspectos de la fuerza de adherencia, la fuerza química y la fuerza mecánica, porque es una medición de la fractura, dicho proceso termina donde se limita el mayor esfuerzo bajo condiciones específicas de ensayo.

### ***1.2.16 Importancia del prensado en los tableros contrachapados***

Para la calidad de la producción de los tableros contrachapados es importante el proceso de prensado.

En el prensado se interrelacionan las propiedades de la madera, como la textura, la densidad, el contenido de humedad y el pH con las características del adhesivo como el peso molecular, el contenido de sólidos, viscosidad, pH y la temperatura de fraguado.

Los parámetros del proceso de prensado, temperatura y presión que se aplican en un tiempo determinado para formar el tablero por medio de los platos de la prensa.

La temperatura de la prensa ayuda acelerar la polimerización del adhesivo y la presión de los platos facilita el contacto entre las chapas y la mezcla encolante.

Las resinas urea formaldehído se polimerizan a altas temperaturas particularmente de 110 a 120 °C, la humedad de la chapa retarda el fraguado del adhesivo, generando vapor cuya presión se concentra en el centro del tablero disminuyendo la resistencia de unión, ocasionando delaminaciones en el tablero.

La transferencia del calor en la compactación entre la chapa y el adhesivo depende tanto de la presión como de la temperatura que se le aplique a los platos de la prensa, así como también de la conductividad de la madera. (Valdivia-Acevedo, y otros, 2006)

La madera es un aislante térmico por lo que se requiere aplicar altas temperaturas a través de los platos de la prensa, para que la velocidad de curado de la mezcla encolante se acelere.

La función principal de la presión de los platos de la prensa es generar una fuerza uniforme sobre las superficies de las chapas para obtener un buen contacto con el adhesivo durante el proceso de

curado de la mezcla encolante. (Análisis de los factores que intervienen en el proceso de prensado del triply, 2008)

### ***1.2.17 Métodos de análisis de la calidad de pegado de los tableros contrachapados***

Al producto final obtenido de la producción del contrachapado se realiza un control de calidad para verificar la resistencia del material curado bajo distintas condiciones ambientales y la degradación del material para cuantificar o identificar las resinas, aditivos, catalizadores y demás insumos que constituyen la composición de la mezcla encolante utilizada.

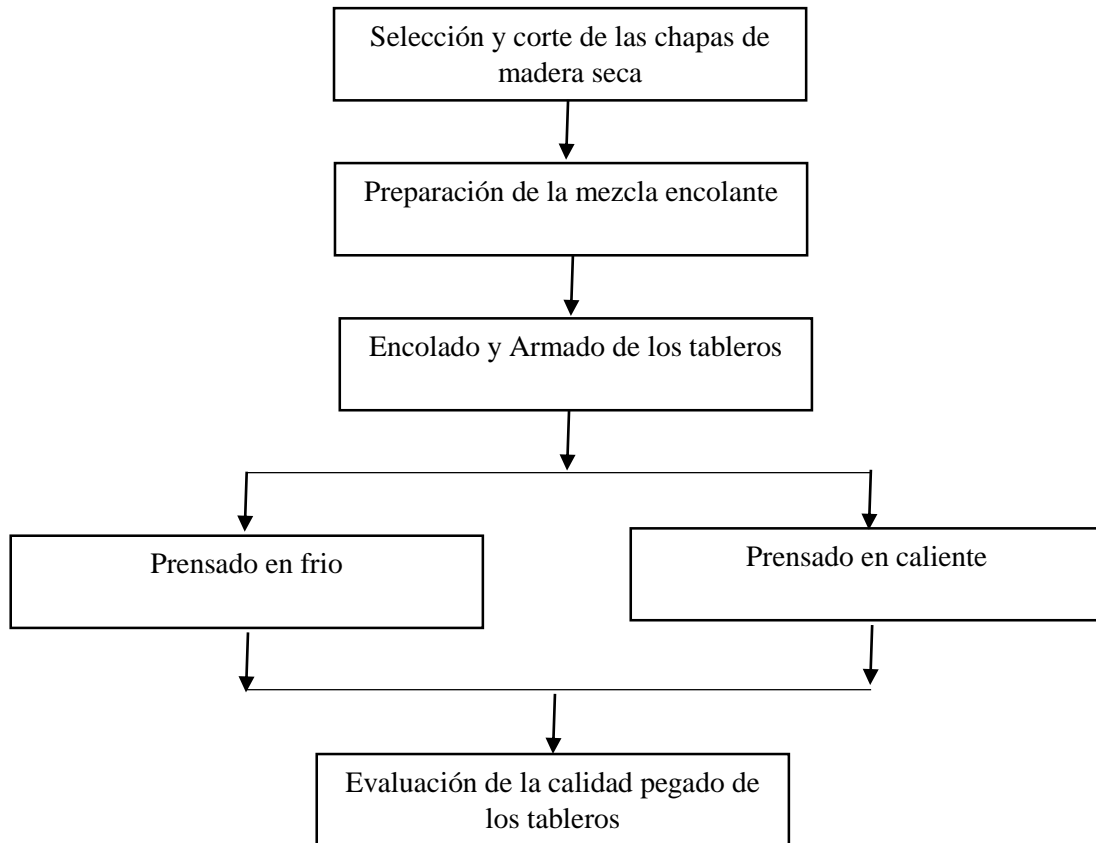
Para asegurar que el producto este bien encolado se utiliza maquinaria industrial que permite cuantificar la misma cantidad de cola para las dos superficies de las almas, también es necesario realizar ensayos físicos y mecánicos basándose en las normas existentes sobre la calidad de pegado en tableros contrachapados.

La prueba de los tres ciclos es un método que determina la calidad del pegado del tablero contrachapado, que consiste en tomar de una muestra de tablero probetas de 127 x 50,8 mm, que son sumergirlas en agua a temperatura ambiente durante un determinado tiempo y luego secada en una estufa a una temperatura de 50 °C durante un tiempo establecido.

El ensayo mecánico de la cizalle es otro de los métodos que sirve para determinar la calidad del pegado, este método mide la resistencia de la unión entre las capas del tablero contrachapado determinando el área de falla en la madera conociéndose como porcentaje de desgarre de fibras.

**1.2.18 Elaboración de tableros contrachapados a nivel de laboratorio en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A**

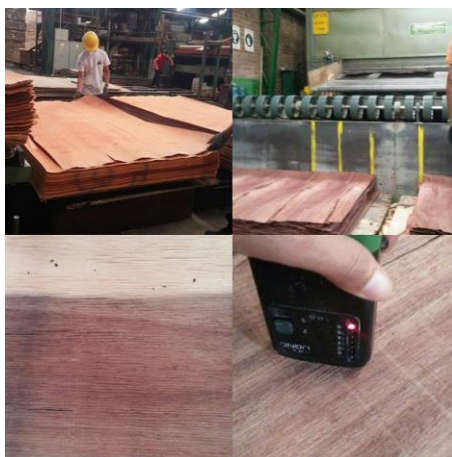
En el siguiente diagrama de flujo se muestra el proceso de fabricación de los tableros contrachapados.



**Gráfico 2-1:** Proceso de elaboración de los tableros contrachapados a escala laboratorio.  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**1.2.19 Fabricación del tablero y evaluación de sus propiedades**

**1.2.19.1 Selección y corte de las chapas de madera.** Para formar los tableros se cortó probetas de 20 X 30 mm de chapas de madera de mascarey para almas y de chapas de Jacaranda para caras, respetando los parámetros de humedad y espesor establecidos por la empresa.



**Fotografía 5-1:** Selección, Corte y Secado de las chapas de madera.

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**1.2.19.2** *Preparación de la mezcla encolante para tableros contrachapados.* Para la elaboración del adhesivo se utilizó resina urea formaldehído e insumos como: agua, catalizador, secuestrante de formol, insecticida y sólidos (harina de trigo).



**Fotografía 6-1:** Componentes para la elaboración de la mezcla encolante.

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

La preparación de la cola se realizó respetando las especificaciones que establece la empresa. Para la preparación de la mezcla encolante se añadió sobre la resina UF el agua, luego la solución preparado de colatan, seguido la solución preparada de insecticida, posteriormente los sólidos (harinas) y finalmente el catalizador (Cloruro de Amonio), para su homogenización se utilizó un agitador manual, su agitación se realizó en tiempo de 15 minutos.

La viscosidad de la mezcla encolante se determinó con la copa ISO N° 8, utilizando un cronometro se tomó el tiempo que tarda en caer todo el fluido de la copa, y para la temperatura se usó un termómetro de vidrio.



**Fotografía 7-1:** Preparación de la mezcla encolante.  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**1.2.19.3** *Encolado y armado de los tableros contrachapados.* Para el proceso de encolado se aplicó un esparcimiento de  $180 \text{ g/m}^2$  para las dos superficies de las almas que conforman los tableros contrachapados, la dosificación se fue controlando mediante diferencia de pesos.

**1.2.19.4** *Pre-prensado y prensado:* El pre-prensado y prensado de los tableros se realizó en una prensa hidráulica de laboratorio, para la prensa caliente se aplicó la presión de los platos sobre el tablero en dos periodos de presión y tiempo, a una presión inicial, durante un periodo de tiempo uno, y una presión de afloje, durante un tiempo dos.



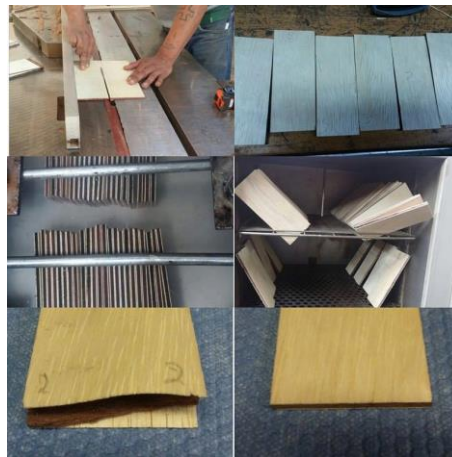
**Fotografía 8-1:** Prensado frio y prensado caliente.  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017



**1.2.19.5 Evolución del pegado de los tableros:** La evaluación de la calidad de pegado se analizó para cada ensayo por el método de los tres ciclos, se cortaron 6 probetas de 127 por 50,80 mm (2 x 5pulg), estas muestras se introdujeron en agua a una temperatura ambiente de 25 °C durante 4 horas, posteriormente fueron secadas a una temperatura de 50 °C durante 19 horas, con circulación de aire suficiente, para disminuir el contenido de humedad, el procedimiento se repitió hasta cumplir los tres ciclos, en cada ciclo se evaluó la calidad del pegado.

Los resultados se evaluaron de la siguiente manera: Cuando la deslaminación de las probetas que se da entre dos capas es mayor que 50,80 mm de longitud, cuando en cualquier punto se da 6,40 mm de profundidad y un ancho de 0,08 mm, se consideró que no cumple la prueba de los tres ciclos.

Se evaluó que la prueba se los tres ciclos cumple cuando en que el primer ciclo pasan el 95 % de las probetas individuales y para el tercer ciclo pasan el 85 % de las probetas.



**Fotografía 9-1:** Evaluación de la calidad de pegado.  
Realizado por: Aucapiña Diana. 2017

### **1.2.20 Normas técnicas Ecuatorianas**

**NORMA NTE INEN 900: 2003** Tableros de madera contrachapada requisitos.

**NORMA NTE INEN 2363:2005.** Tableros de madera contrachapada. Calidad de pegado. Métodos de ensayo.

**NORMA International Wood Products Association IWPA-2011.** Calidad de pegado. Métodos de ensayo.

### **1.2.21 Herramientas estadísticas**

**1.2.21.1 Chi cuadrado:** El método Chi cuadrado se utiliza para la comprobación de las hipótesis.

Los estadísticos “Z”, con su distribución normal y la distribución “t” de student, sirven para pruebas de hipótesis que incluyen promedios y porcentajes. El estadístico ji-cuadrado o chi cuadrado tiene distribución de probabilidad del mismo nombre que sirve para pruebas de hipótesis referentes a distribuciones de frecuencias.

Para comprobar que las funciones de probabilidad o densidad de una o dos variables aleatorias se utiliza la prueba de chi cuadrado.

Pruebas que no precisamente forman parte de la estadística paramétrica, porque no establecen suposiciones restrictivas en cuanto al tipo de variables que admite, tampoco se refiere a la distribución de probabilidad ni a los valores o al conocimiento de sus parámetros.

Las situaciones básicas que se aplican son dos:

- La prueba del chi cuadrado de ajuste para la comprobación de una variable cuando su descripción parece el adecuado y tiene una determinada función de probabilidad.
- El método chi cuadrado de independencia o chi cuadrado de contingencia, cuando queremos investigar si dos variables son independientes estadísticamente.

**1.2.21.2 La desviación Estándar:** es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos. Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de la población.

La desviación estándar se define como un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad.

Primero se mide la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos. Posteriormente, sumando todas estas diferencias individuales da el total de todas las diferencias.

Finalmente, se divide el resultado por el número total de observaciones (generalmente se representa con la letra “n”) para obtener un promedio de las distancias entre cada observación individual y la media. El promedio de las distancias es la desviación estándar y de esta forma representa dispersión.

**1.2.21.3 *Los Grados de libertad:*** Es la cantidad que permite entrar en una corrección matemática los cálculos estadísticos para restricciones impuestas en los datos.

**1.2.21.4 *Las Hipótesis:*** Es la proposición aceptable que se ha formulado a través de la recolección de información y datos, así no esté confirmada, y sirve para responder de forma tentativa a un problema con base científica.

A la hipótesis también se le utiliza como una propuesta provisional que no necesariamente se le demostrara estrictamente, primeramente el nivel de veracidad que se permite a una hipótesis dependerá de la medida en que los datos empíricos afirmen la hipótesis.

Se le conoce a esto como contrastación empírica de la hipótesis. El proceso se realiza mediante confirmación o verificación.

**1.2.21.5 *La Hipótesis alternativa:***  $H_1$  es la inversa de la hipótesis. Es la afirmación que se acepta cuando la hipótesis nula se rechaza.

**1.2.21.6 *La Hipótesis nula:***  $H_0$ , puede ser una teoría la cual se asume que es verdad o la base para el argumento, es una hipótesis aún no probada, debido a que es la afirmación de que se aprueba, se le da una consideración especial.

**1.2.21.7 *El Margen de error:*** Es un resumen del error muestral, que mide la interrogante sobre los resultados de un ensayo o experimento.

## CAPÍTULO II.

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1 Hipótesis y especificación de las variables

##### 2.1.1 *Hipótesis general:*

Con la variación en el porcentaje de resina UF y catalizador en la mezcla encolante que se utiliza como adhesivo para unir dos láminas de madera se obtendrá tableros contrachapados de mejor calidad cumpliendo la norma interna de la empresa y la norma International Wood Products Association IWPA-2011.

##### 2.1.2 *Hipótesis específicas:*

- Con la adecuada identificación de las variables del proceso se modificaran los porcentajes de resina UF y catalizador que cumpla con la función de proporcionar un mejor pegado en los tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.
- Mediante un estudio en la relación entre la cantidad de resina Urea-formaldehido y catalizador cloruro de amonio se demostrara que para la producción de tableros contrachapados es factible modificar el porcentaje de resina y catalizador en la mezcla encolante cumpliendo con la norma interna de la empresa y la norma International Wood Products Association IWPA-2011.

### **2.1.3 Identificación de variables:**

#### **2.1.3.1 Variables Independientes:**

- Cantidad de resina UF en la mezcla encolante.
- Espesores de las chapas.
- Densidades.
- Humedades.
- Contenido de sólidos.
- pH.
- Peso específico.
- Temperatura

#### **2.1.3.2 Variables Dependientes:**

- Tiempo de gel.
- Resistencia al calor.
- Tiempo de mezclado.
- Viscosidad
- Tiempos de prensado
- Efecto en el pegado de tableros contrachapados

### 2.1.3.3 Operacionalización de variables

**Tabla 2-2:** Operacionalización de Variables

CATEGORÍA	CONCEPTO	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES	INDICE
ESTUDIO DE LA MEZCLA ENCOLANTE CON RESINA UF.	La mezcla encolante es un adhesivo que se utiliza para la producción de tableros contrachapados y está hecha a base de úrea-formaldehído.	1.- Pruebas a nivel del laboratorio	Cantidad de Resina UF  Cantidad Catalizador (cloruro de amonio)	Kg.	Norma International Wood Products Association IWPA-2011
		2.- Implementación en la línea de producción	Calidad de pegados	%	-----  -----  -----

Realizado por. AUCAPIÑA Diana. 2017

**Tabla 3-2:** Matriz de Consistencia

<b>PREGUNTA GENERAL</b>		<b>OBJETIVO GENERAL</b>			<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>		
<p>Qué relación existe entre la formulación de la mezcla encolante (cantidad de resina Urea-formaldehido y/o catalizador) en la calidad de pegado de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.</p>		<p>Estudiar la influencia de la cantidad de resina UF y del catalizador Cloruro de Amonio en la calidad de pegados de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey. (Hyeronima Alchorneoides) en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS UBICADA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA.</p>			<p>Con la variación en el porcentaje de resina UF y catalizador en la mezcla encolante que se utiliza como adhesivo para unir dos láminas de madera se obtendrá tableros contrachapados de mejor calidad cumpliendo la Norma Interna de la empresa y la Norma International Wood Products Association IWPA-2011.</p>		
<b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>DISEÑO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ESTADÍSTICA</b>
<p>a. Qué relación existe entre la cantidad de resina Urea-formaldehido en la mezcla encolante y la calidad de pegado de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera</p>	<p>a.-Realizar tableros contrachapados de prueba de 5,2 mm con la especie maderera mascarey variando en la formulación de cola la cantidad de catalizador y resina UF. b.-Realizar la prueba de tres</p>	<p>a.-Con la adecuada identificación de las variables del proceso se modificaran los porcentajes de resina UF y catalizador que cumpla con la función de proporcionar un mejorar pegado en los tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.</p>	<p>a.- Cantidad de resina UF en la mezcla encolante. b.- Cantidad de catalizador (NH4Cl) en la mezcla encolante. 1. Efecto en el pegado de tableros contrachapados</p>	<p>Qué relación existe entre la formulación de la mezcla encolante (cantidad de resina Urea-formaldehido y/o catalizador) en la calidad de pegado de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.</p>	<p>Método. Se utilizara un diseño factorial, variando la resina y el catalizador en la mezcla encolante. Entonces, el experimento factorial necesitaría 3 x 3 u nueve</p>	<p>Normas para evaluar el pegado de tableros contrachapados.</p>	<p>El tratamiento estadístico que se utilizará es el Chi Cuadrado, para probar la igualdad de dos o más medidas de la población.</p>

<p>mascarey. b. Qué relación existe entre la cantidad de catalizador (NH<sub>4</sub>Cl) en la mezcla encolante y la calidad de pegado de tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.</p>	<p>ciclos de los tableros de prueba de cada una de las variaciones de la formulación de cola.  c.-Determinar la cantidad optima de resina uf y catalizador basado en la prueba de tres ciclos.  d.-Implementar a nivel de producción la formulación optima de cola obtenida del estudio.</p>	<p>b. Mediante un estudio en la relación entre la cantidad de resina Urea-formaldehido y catalizador Cloruro de Amonio se demostrara que para la producción de tableros contrachapados es factible modificar el porcentaje de resina y catalizador en la mezcla encolante cumpliendo con la Norma interna de la empresa y la Norma International Wood Products Association IWPA-2011. Maderera mascarey..</p>	<p>2. Efecto en el costo de producción de tableros</p>		<p>tratamientos. Por el método científico, las estadísticas exigen que todos los experimentos sean realizados por triplicado. Los experimentos se realizarán a escala laboratorio con los parámetros del proceso industrial.</p>		
---	--	---	--	--	--	--	--

Realizado por. AUCAPINA Diana. 2017



## **2.2 Tipo y diseño de la investigación**

El tipo de esta investigación fue de manera exploratoria, el tema se trató de una forma general puesto que en el país no existe propuestas para esta investigación, por tal motivo no se profundizó en el tema, permitiendo la apertura para unas futuras investigaciones relacionadas.

Para evaluar el efecto de la mezcla encolante en la calidad de pegado de los tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey (*Hyeronima Alchorneoides*), se desarrolló un diseño experimental factorial 3 x 3, se trabajó con dos variables: el tipo de tablero de espesor de 5,2 mm y la relación resina UF/catalizador.

Para cada dosificación se realizó tres ensayos, a cada prueba se determinó la calidad de pegado o de compactación.

En este estudio las actividades realizadas en las que se enfocaron son: la preparación de la chapa, la relación resina UF/catalizador, la aplicación del adhesivo en las chapas de madera y la cuantificación de compactación de los tableros contrachapados con la prueba de tres ciclos, analizando esta información con porcentaje de aprobación, es decir para que el ensayo sea aprobado tiene que tener un mínimo del 66,6 % de probetas aprobadas.

## **2.3 Unidad de análisis**

Para determinar la relación resina UF/catalizador adecuada para mejorar la calidad de pegado en los tableros contrachapados, se realizó varias modificaciones en la formulación de la mezcla encolante actualmente utilizada por la empresa variando solo en cantidad de resina UF y cantidad de catalizador Cloruro de Amonio y manteniendo el parámetro de la viscosidad dentro de la norma establecida por la empresa.

A continuación se muestran las dosificaciones de la formulación de la mezcla encolante para cada ensayo.

**Tabla 4-2:** Ensayo 1. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.

<b>Insumos</b>	<b>Prueba 1 (%peso)</b>	<b>Prueba 2 (%peso)</b>	<b>Prueba 3 (%peso)</b>
<b>Resina UF</b>	43,668	43,668	43,668
<b>Catalizador</b>	0,873	1,419	1,965
<b>SP de colatán</b>	4,367	4,367	4,367
<b>SP de Insecticida</b>	0,655	0,655	0,655
<b>Harina de trigo</b>	25,218	24,891	24,672
<b>Agua</b>	25,218	25,000	24,672
<b>Total</b>	100	100	100
<b>Temperatura (°C)</b>	25	25	25
<b>Viscosidad (cp)</b>	2889,32	2889,32	2889,32

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**Tabla 5-2:** Ensayo 2. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.

<b>Insumos</b>	<b>Prueba 1 (%peso)</b>	<b>Prueba 2 (%peso)</b>	<b>Prueba 3 (%peso)</b>
<b>Resina UF</b>	54,585	54,585	54,585
<b>Catalizador</b>	0,873	1,419	1,965
<b>SP de colatán</b>	4,367	4,367	4,367
<b>SP de Insecticida</b>	0,655	0,655	0,655
<b>Harina de trigo</b>	19,760	19,432	19,214
<b>Agua</b>	19,760	19,541	19,214
<b>Total</b>	100	100	100
<b>Temperatura (°C)</b>	25	25	25
<b>Viscosidad (s)</b>	3178,75	3178,75	3178,75

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**Tabla 6-3:** Ensayo 3. Dosificación de los Componentes para la mezcla del adhesivo.

<b>Insumos</b>	<b>Prueba 1 (%peso)</b>	<b>Prueba 2 (%peso)</b>	<b>Prueba 3 (%peso)</b>
<b>Resina UF</b>	65,502	65,502	65,502
<b>Catalizador</b>	0,873	1,419	1,965
<b>SP de colatán</b>	4,367	4,367	4,367
<b>SP de Insecticida</b>	0,655	0,655	0,655
<b>Harina de trigo</b>	14,301	13,974	13,755

<b>Agua</b>	14,301	14,083	13,755
<b>Total</b>	100	100	100
<b>Temperatura (°C)</b>	26	26	26
<b>Viscosidad (cp)</b>	3323,46	3323,46	3323,46

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

Para la formulación de tableros se utilizó chapa torneada de mascarey con un espesor de 0,36 mm que formaron parte de los tableros como almas y como caras se usó la especie de Jacaranda de espesor de 0,9 mm.

**Tabla 7-2:** Características y conformación de los tableros contrachapados.

<b>Características</b>	<b>Jacaranda (caras)</b>	<b>Mascarey (almas)</b>
<b>Espesores (mm)</b>	0,9	0,36
<b>Números de capas</b>	2	1
<b>Humedades (%)</b>	6-7	8-10

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

La cantidad de mezcla encolante que se aplicó al área del alma a nivel de laboratorio es de 21,6 g/m<sup>2</sup> es decir 10,8 g por cada superficie del alma, y se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$Es = \frac{Pnc}{2xAe}$$

Donde:

Es = Esparcimiento

Pnc = Peso neto de la cola

$$Pnc = Pacc - Pasc$$

Donde:

Pacc = Peso del alma con cola

Pasc = Peso del alama sin cola

$$Ae = l \times a$$

Donde:

l = Longitud de la chapa

a = Ancho de la chapa

$$Pnc = 2 \times Ae \times Es$$

$$Pnc = (0,30m \times 0,20m) \times \left(180 \frac{g}{m^2}\right) \times 2 = 21,6g$$

Los parámetros que se utilizaron para el proceso de prensado frío y prensado caliente se muestran en la tabla 9-3.

**Tabla 8-2:** Parámetros utilizados para el prensado frío y caliente de los tableros a nivel de laboratorio.

Parámetros	Prensa fría	Prensa caliente
Temperatura (°C)	-	100
Presión específica 1 (Kg./cm <sup>2</sup> )	250	250
Tiempo 1 (s)	600	230
Presión específica 2 (Kg./cm <sup>2</sup> )	-	175
Tiempo 2 (s)	-	30

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

## 2.4 Población de estudio

Se elaboraron probetas de prueba a la cual se le aplicó las diferentes dosificaciones de los componentes de la mezcla encolante durante el proceso de encolado.

Para cada dosificación de cola se elaboraron 6 tableros de 20 cm x 30 cm cada día, y se cortaron probetas de 127 mm por 50,80 mm (2 pulg x 5 pulg) para las pruebas de pegado, se elaboró un total de 234 tableros de muestras.

Para la aplicación de la dosificación óptima de la mezcla encolante en el proceso productivo se fabricaron 750 tableros de 1,22 m x 2,44 m, y de la misma manera se cortaron probetas de 127 mm por 50,80 mm (2 x 5 pulg) para realizar la respectiva prueba de calidad de pegado.

## **2.5 Tamaño de las muestra**

El tamaño de la población es manejable para un número de datos por lo tanto se tomó como muestra la población total.

## **2.6 Selección de la muestra**

Para los ensayos realizados tanto en el laboratorio como en el proceso productivo de elaboración de los tableros se puso especial atención en los parámetros siguientes que cumpla con las especificaciones que establecen la Norma y la empresa:

- El contenido de humedad de las chapas.
- La viscosidad, temperatura y contenidos de sólidos de la cola.
- Presión del prensado frío
- Presión y temperatura del prensado caliente.
- Las dimensiones del tablero contrachapado.

## **2.7 Técnicas de recolección de datos**

La fabricación de los tableros contrachapados fueron elaboradas en el laboratorio de la Empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A., ubicada en la Av. Morán Valverde Oe 1-63 y Av. Panamericana Sur Km. 9 ½ de la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha.

La investigación se basó en el seguimiento directo durante todo el proceso de elaboración de los tableros, así como también en la evaluación de la calidad de pegado ayudando también con la información obtenida de la empresa, de tesis y artículos científicos relacionados.

Los tableros de prueba fueron recopilados de la siguiente manera:

- Tipos de especies
- Espesor de las chapas
- Contenido de humedad de las chapas
- Viscosidad del adhesivo
- Contenidos de sólidos del adhesivo

- Esparcimiento en el encolado
- Presión en la prensa fría
- Presión y temperatura en la prensa caliente

Las probetas para el análisis de la prueba de los tres ciclos fueron recopiladas de la siguiente manera:

- Tipo de tablero
- Fecha de producción
- Tipo de análisis
- Fecha de inicio del análisis
- Fecha de terminación del análisis

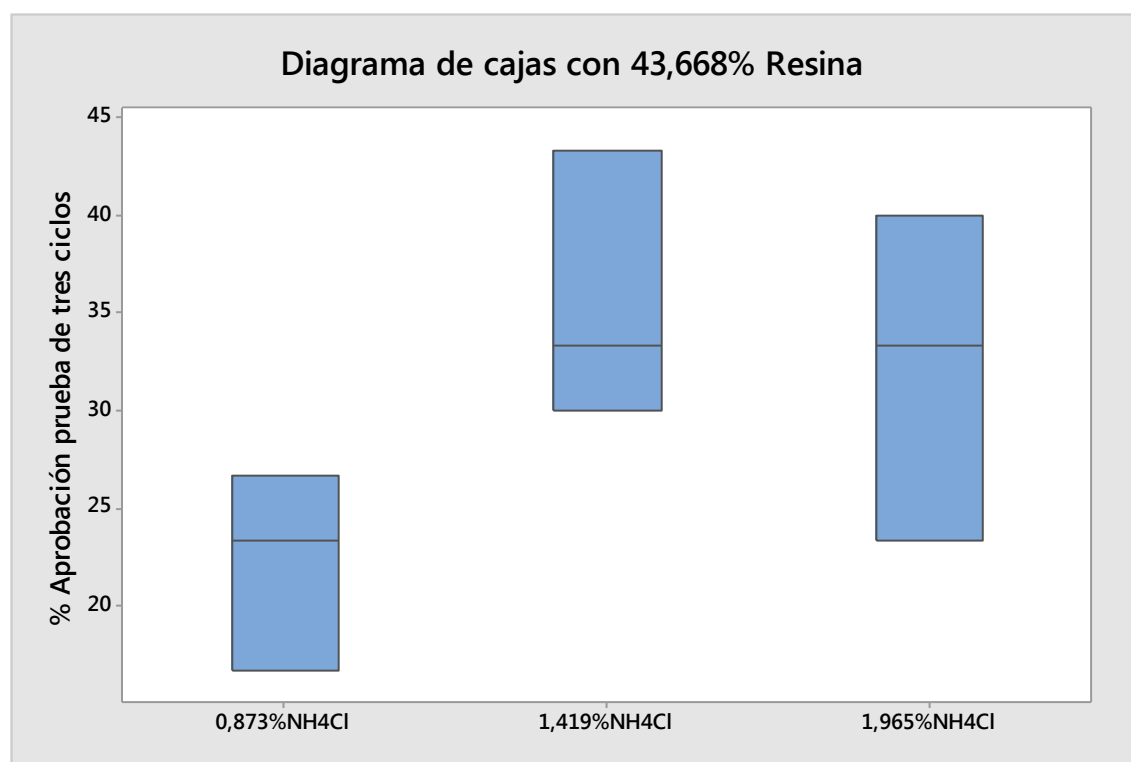
Para comprobar las hipótesis planteadas se utilizó el método estadístico del Chi Cuadrado, que sirvió para la comparación las variables de calidad con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6 y la Norma Interna de la Empresa Enchapes Decorativos S.A.

## CAPÍTULO III.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis de resultados

##### 3.1.1 Resultados obtenidos de las probetas.



**Gráfico 3-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 43,668% de resina  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

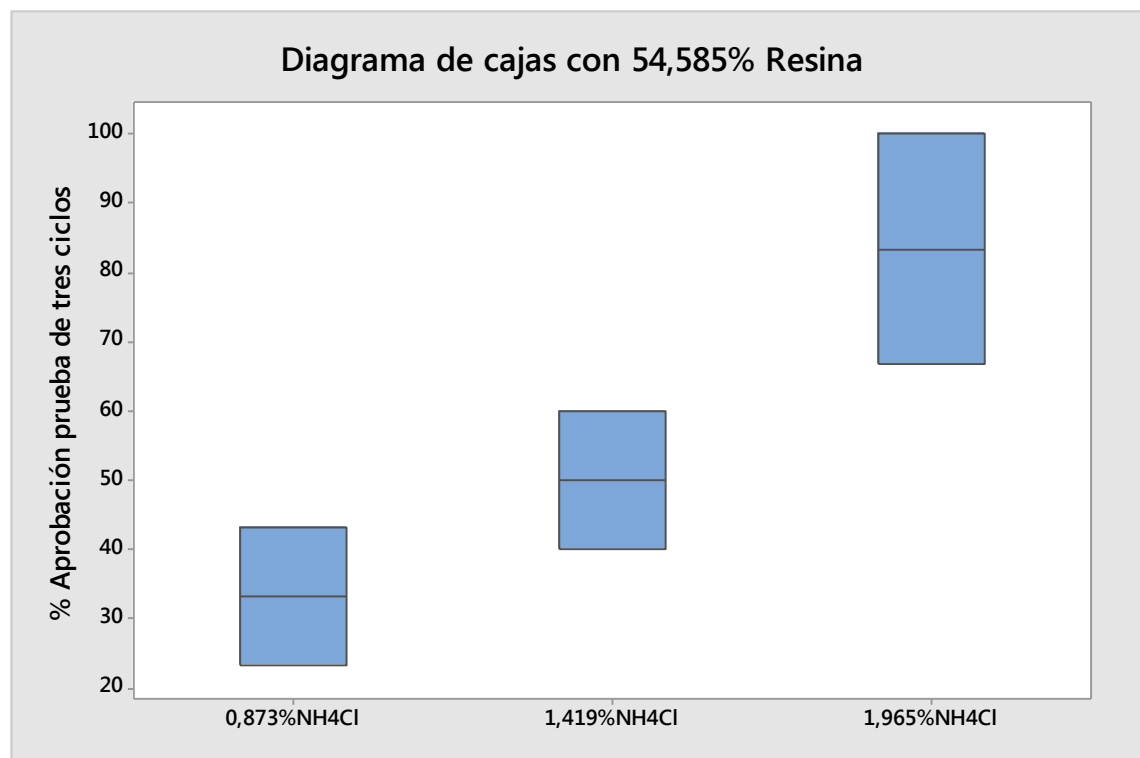
#### Análisis de resultados

En el gráfico 3 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de catalizador manteniendo una concentración en todos los casos de 43,668 % de resina. Se observa una tendencia de que conforme aumente el catalizador hay un mejor pegado, sin embargo se puede ver que la prueba realizada con 1,419 % de catalizador no se nota un cambio significativo respecto

a la prueba realizada con 1,965 % de catalizador  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , esto puede significar que la resina ya no influye en el pegado a partir del 1,419 % de catalizador.

Es importante indicar que en este caso ninguno de los tres ensayos no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6 ya que en ninguno de los casos no supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % de la norma, ya que en mejores de los casos se obtuvo un mayor porcentaje de 43,333 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos con 43,666 % de resina y 1,419 % de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

En el diagrama de cajas se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 0,873 % es 23,333 y el rango intercuartil es de 16,6667 a 26,6667, mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,419 % es 33,3333 y el rango intercuartil es de 30,0000 a 43,3333 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,965 % es 33,333, y el rango intercuartil es de 23,3333 a 40,0000.



**Gráfico 4-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 54,585% de resina  
Realizador por: AUCAPIÑA Diana. 2017

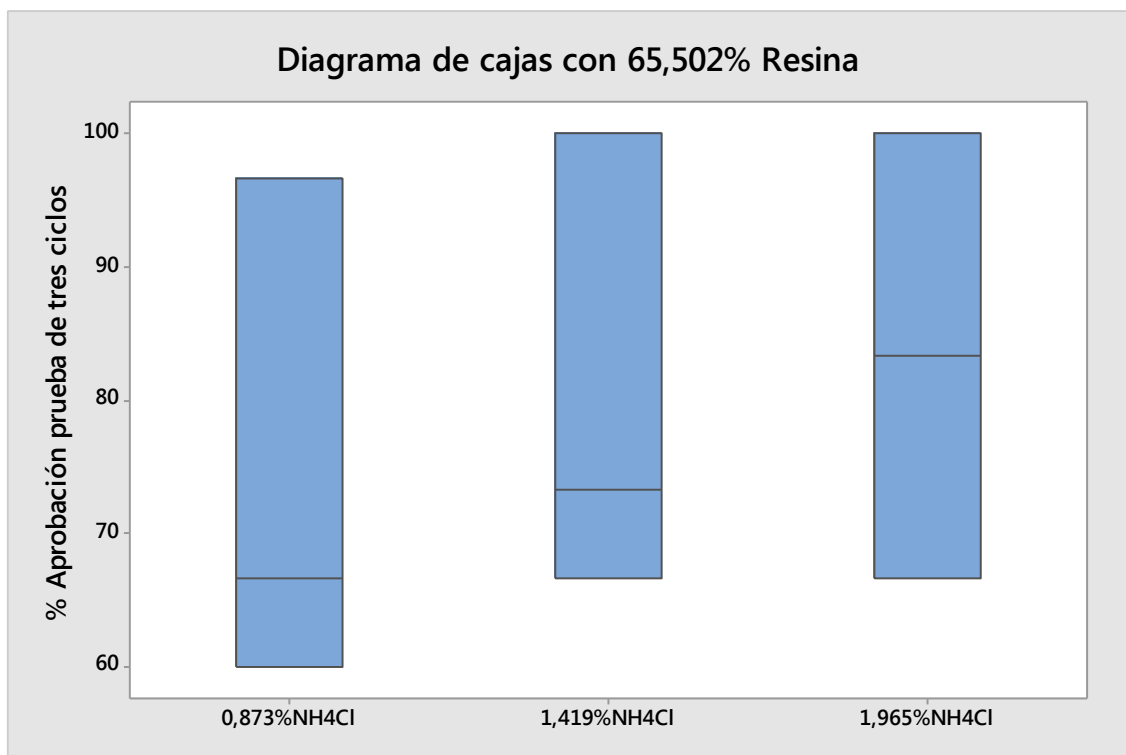


## **Análisis de resultados**

En la figura 4 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de catalizador manteniendo una concentración en todos los casos de 54,585 % de resina. En este ensayo se observa una tendencia ascendente, conforme aumente el catalizador hay un mejor pegado. En la prueba realizada se puede ver que si influye tanto la resina como el catalizador  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en el pegado.

Es importante indicar que en este ensayo con el 0,873 % y el 1,419 % de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, ya que en ninguno de los dos casos no supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % que especifica la norma y el ensayo realizado con 1,965 % de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  pasa la prueba de los tres ciclos en mejor de los casos se obtuvo un porcentaje del 100 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos, cumpliendo con las especificaciones que establece la norma.

En el diagrama de cajas también se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 0,873 % es 33,333 y el rango intercuartil es de 23,3333 a 43,3333, mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,419 % es 50,0000 y el rango intercuartil es de 40,0000 a 60,0000 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,965 % es 83,333, y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100.



**Gráfico 5-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 65,502% de resina  
 Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

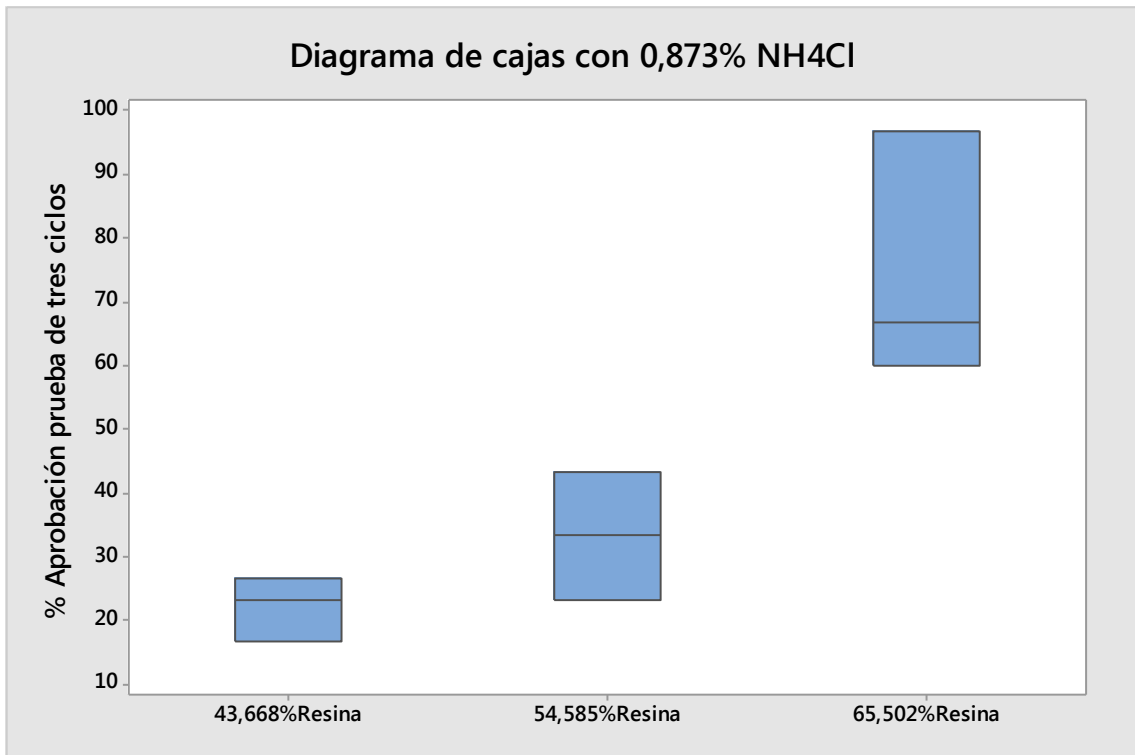
### Análisis de resultados

En la figura 5 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de catalizador manteniendo una concentración en todos los casos de 65,502 % de resina. En este ensayo se observa una tendencia ascendente, conforme aumente el catalizador aumenta la calidad de pegado. En la prueba realizada se puede ver que si influye tanto la resina como el catalizador NH<sub>4</sub>Cl en el pegado.

Es importante indicar que en todos los ensayos realizados con el 0,873 %, el 1,419 % y el 1,965 % de NH<sub>4</sub>Cl cumple satisfactoriamente con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, ya que en todos los casos supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % que especifica la norma, cabe indicar que con el 0,873 % de NH<sub>4</sub>Cl se obtuvo un porcentaje del 96,667 % y con el 1,419 % de NH<sub>4</sub>Cl un 100 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos, cumpliendo con las especificaciones que establece la norma.

En el diagrama de cajas también se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 0,873 % es 66,6667 y el rango intercuartil es de 60,0000 a 96,6667,

mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,419 % es 73,3333 y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 1,965 % es 83,333, y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100.



**Gráfico 6-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 0,873% de NH<sub>4</sub>Cl  
Realizador por: AUCAPIÑA Diana. 2017

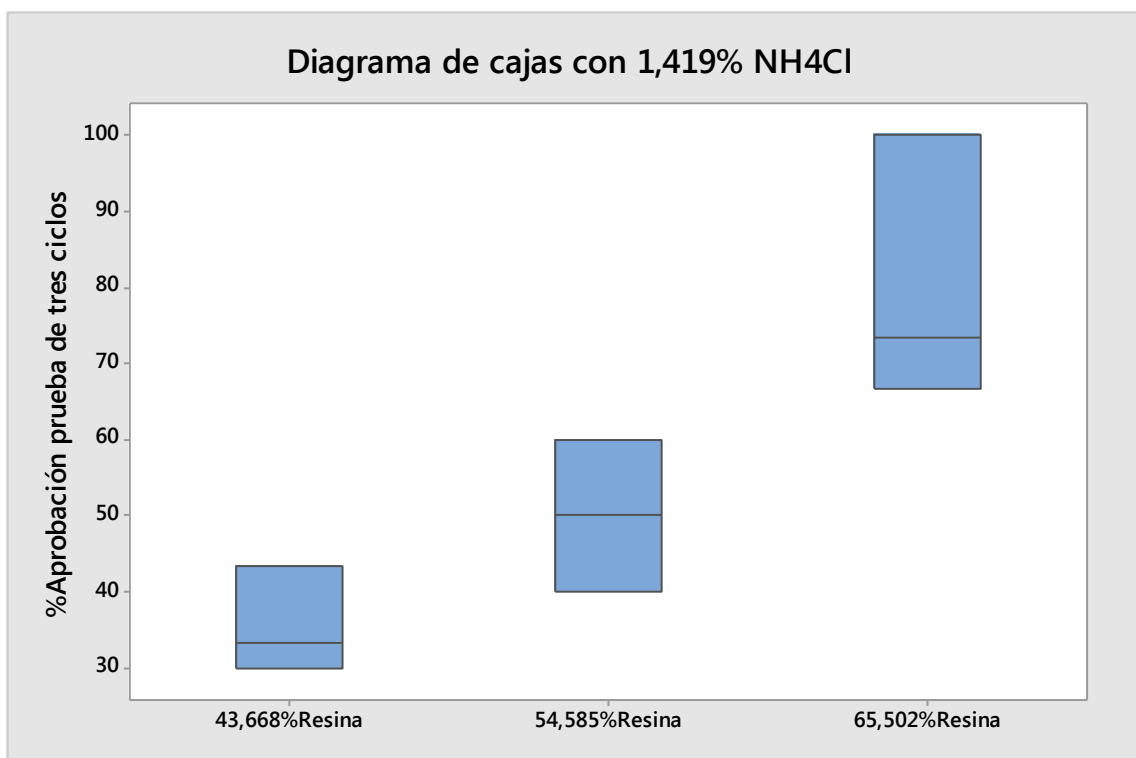
### Análisis de resultados

En la figura 6 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de resina manteniendo una concentración en todos los casos de 0,873 % de NH<sub>4</sub>Cl. Se observa una tendencia de que conforme aumente la resina hay un mejor pegado, sin embargo se puede ver que la prueba realizada con el 43,668 % de resina se nota un pequeño cambio con respecto a la prueba realizada con el 54,585 % de resina, mientras que en el ensayo con 65,502 % de resina aumenta notablemente en la calidad de pegado, esto puede significar que mientras mayor sea la cantidad de resina y de catalizador mayor será la influencia en el pegado.

Es importante indicar que en los ensayos con 43,668 % y 54,585 % de resina no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, ya que en ninguno de los casos no supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % que especifica la norma, y el ensayo realizado con el 65,502 % resina pasa la prueba de los tres ciclos en mejor de los casos se obtuvo

un mayor porcentaje del 96,667 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos, cumpliendo con las especificaciones que establece la norma.

En el diagrama de cajas también se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 43,668 % es 23,3333 y el rango intercuartil es de 16,6667 a 26,6667, mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 54,585 % es 33,3333 y el rango intercuartil es de 23,3333 a 43,3333 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 65,502 % es 66,6667, y el rango intercuartil es de 60,0000 a 96,6667.



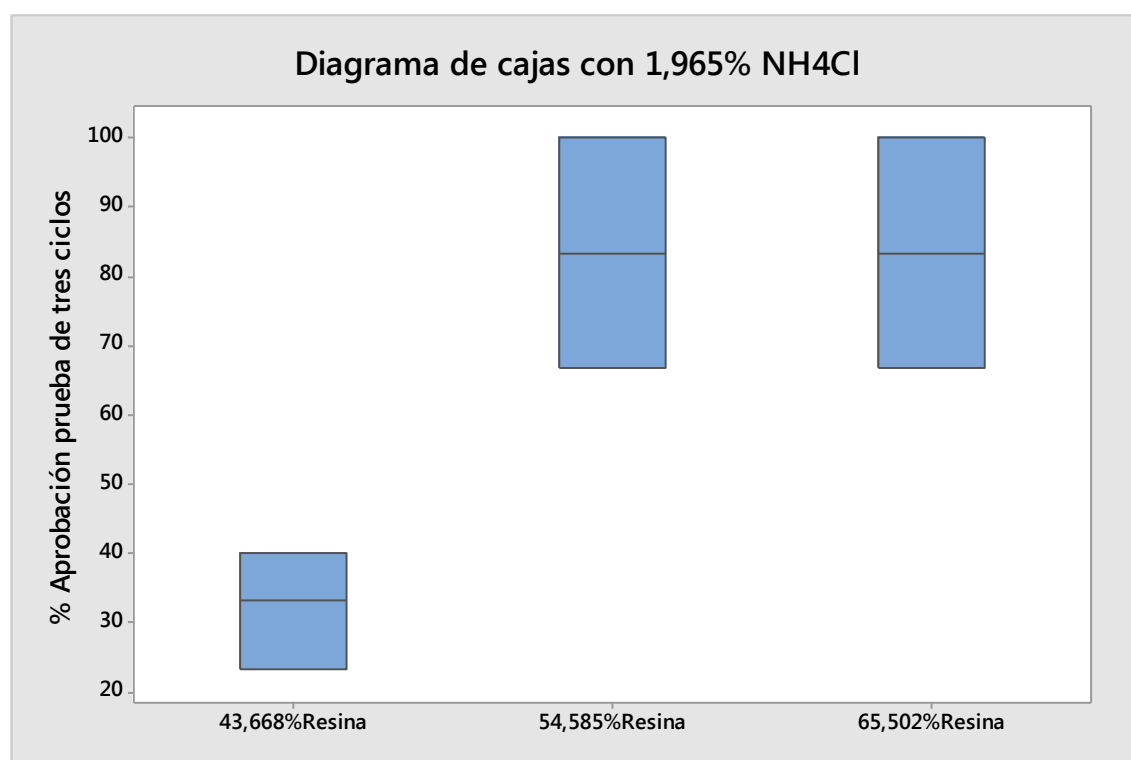
**Gráfico 7-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 1,419% de NH<sub>4</sub>Cl  
Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados

En la figura 7 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de la resina manteniendo una concentración en todos los casos de 1,419 % de NH<sub>4</sub>Cl. En este ensayo se observa una tendencia ascendente, conforme aumenta la resina aumenta la calidad de pegado. En la prueba realizada se puede ver que si influye tanto la resina como el catalizador NH<sub>4</sub>Cl en el pegado.

Es importante recalcar que en este ensayo con el 43,668 % y el 54,585 % de resina no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, ya que en ninguno de los dos casos no supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % que especifica la norma y el ensayo realizado con el 65,502% de resina pasa la prueba de los tres ciclos en mejores de los casos se obtuvo un mayor porcentaje del 100 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos, cumpliendo así con las especificaciones que establece la norma.

En el diagrama de cajas también se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 43,668 % es 33,3333 y el rango intercuartil es de 30,0 a 43,3333, mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 54,585 % es 50,0 y el rango intercuartil es de 40,0 a 60,0 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 65,502 % es 73,3333, y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100.



**Gráfico 8-3:** Porcentaje de aprobación de prueba de tres ciclos con 1,965% de NH<sub>4</sub>Cl  
 Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados

En la figura 8 se puede apreciar cual es el efecto que varía la concentración de resina manteniendo una concentración en todos los casos de 1,965 % de NH<sub>4</sub>Cl. Sin embargo se puede ver que la prueba realizada con el 54,585 % de resina no se nota un cambio significativo respecto a la prueba

realizada con el 65,502 % de resina, esto puede significar que el catalizador ya no influye en el pegado a partir del 54,585 % de resina.

Es importante mencionar que en el ensayo con 43,668 % de resina no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, ya que no supera el porcentaje de aprobación del 66,667 % que especifica la norma, y los ensayos realizados con el 54,585 % y el 65,502 % resina pasan la prueba de los tres ciclos, cabe indicar que en los dos casos se obtuvo un 100 % de aprobación de la prueba de los tres ciclos, cumpliendo con las especificaciones que establece la norma.

En el diagrama de cajas también se puede observar, la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 43,668 % es 33,3333 y el rango intercuartil es de 23,3333 a 40,0, mientras la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 54,585 % es 83,3333 y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100 y la mediana del porcentaje de aprobación de la prueba de los tres ciclos al 65,502 % es 83,3333, y el rango intercuartil es de 66,6667 a 100.

### **3.1.2 Observaciones**

En todas las gráficas se puede observar que los cuartiles no son semejantes esto puede deberse a que las propiedades de la especie maderera que se trabajó no son homogéneas ya que si se toma de una misma troza sus propiedades con porosidad, pureza, humedad, densidad y pH de cierta manera ayudan al proceso de encolado apreciándose que los rangos de pegado también tiene una dispersión alta.

El pH de la especie maderera mascarey es de 6.10 es decir posee un pH casi neutro lo cual no perjudica al proceso de encolado, con este valor de pH no se obtuvo dificultad ya que en mejor de los casos ayuda a la viscosidad de la mezcla encolante, así también ayuda acelerar el proceso de fraguado generando un buen pegado. En cuanto a la densidad que posee es de 0,55 a 0,75 g/cm<sup>3</sup>, a densidades mayores la resistencia de unión aumenta, a menor densidad disminuye la resistencia de unión.

Las desventajas que se obtuvieron fue la porosidad y la humedad, esta especie posee poros cerrados lo cual dificulta y hace que el secado no se torne uniforme, proporcionando dificultad durante el proceso de encolado, a humedades altas en la chapas durante el pre curado de la cola se forma burbujas de aire que impide que se expanda al ambiente ocasionando en los tableros una baja resistencia a la unión entre las chapas de madera.

### 3.1.3 Prueba de Chi cuadrado

**Tabla 9-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668 % de resina y el 0,873 % de catalizador

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	16,6666667	83,3333333	100	22,2222222	77,7777778	100	1,38888889	0,3968254	
<b>Prueba 2</b>	26,6666667	73,3333333	100	22,2222222	77,7777778	100	0,88888889	0,25396825	
<b>Prueba 3</b>	23,3333333	76,6666667	100	22,2222222	77,7777778	100	0,05555556	0,01587302	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	22,2222222	77,7777778	100	22,2222222	77,7777778	100	0,77777778	0,22222222	0,5
	0,22222222	0,77777778	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO			CHI TABLA		Se rechaza Hi y se acepta Ho.				
CHI TABLA			CHI TABLA						
0,5		<	5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 9 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 43,668 % de resina y el 0,873 % de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.



**Tabla 10-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668% de resina y el 1,419% de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	33,33333333	66,6666667	100	35,55555556	64,4444444	100	0,13888889	0,07662835	
<b>Prueba 2</b>	43,33333333	56,6666667	100	35,55555556	64,4444444	100	1,70138889	0,93869732	
<b>Prueba 3</b>	30	70	100	35,55555556	64,4444444	100	0,86805556	0,4789272	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	35,55555556	64,4444444	100	35,55555556	64,4444444	100	0,90277778	0,49808429	0,700431034
	0,35555556	0,64444444	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA		Se rechaza Hi y se acepta Ho.				
0,7004		<	5,9915						

Realizador por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 10 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 43,668 % de resina y el

1,419 % de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.

**Tabla 11-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 43,668% de resina y el 1,965% de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	23,3333333	76,6666667	100	32,2222222	67,7777778	100	2,45210728	1,16575592	
<b>Prueba 2</b>	40	60	100	32,2222222	67,7777778	100	1,87739464	0,89253188	
<b>Prueba 3</b>	33,3333333	66,6666667	100	32,2222222	67,7777778	100	0,03831418	0,01821494	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	32,2222222	67,7777778	100	32,2222222	67,7777778	100	1,4559387	0,69216758	1,074053137
	0,32222222	0,67777778	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA		Se rechaza Hi y se acepta Ho.				
1,074		<	5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 11 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 43,668 % de resina y el 1,965% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.

**Tabla 12-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 0,873 % de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	33,3333333	66,6666667	100	33,3333333	66,6666667	100	1,51461E-30	0	
<b>Prueba 2</b>	23,3333333	76,6666667	100	33,3333333	66,6666667	100	3	1,5	
<b>Prueba 3</b>	43,3333333	56,6666667	100	33,3333333	66,6666667	100	3	1,5	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	33,3333333	66,6666667	100	33,3333333	66,6666667	100	2	1	1,50
	0,3333333	0,6666667	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho						SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi			
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6						Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6			
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA			Se rechaza Hi y se acepta Ho.			
1,5			5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 12 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 54,585 % de resina y el 0,873% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.

**Tabla 13-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,419 % de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	40	60	100	50	50	100	2	2	
<b>Prueba 2</b>	60	40	100	50	50	100	2	2	
<b>Prueba 3</b>	50	50	100	50	50	100	0	0	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	50	50	100	50	50	100	1,333333333	1,333333333	1,3333
	0,5	0,5	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA			Se rechaza Hi y se acepta Ho.			
1,3333			<						
			5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 13 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 54,585 % de resina y el 1,419% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje no cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.

**Tabla 14-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,965% de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	66,6666667	33,3333333	100	83,3333333	16,6666667	100	3,3333333	16,6666667	
<b>Prueba 2</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,42338E-30	6,81576E-30	
<b>Prueba 3</b>	100	0	100	83,3333333	16,6666667	100	3,3333333	16,6666667	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,2222222	11,1111111	6,6667
	0,8333333	0,1666667	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho						SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi			
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6						Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6			
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA			Se rechaza Ho y se acepta Hi.			
6,6667			5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 14 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 54,585 % de resina y el 1,965% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje si cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, por lo tanto estadísticamente esta dosificación es adecuada.

**Tabla 15-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 0,873 % de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	66,6666667	33,3333333	100	74,4444444	25,5555556	100	0,812603648	2,367149758	
<b>Prueba 2</b>	96,6666667	3,3333333	100	74,4444444	25,5555556	100	6,633499171	19,3236715	
<b>Prueba 3</b>	60	40	100	74,4444444	25,5555556	100	2,8026534	8,164251208	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	74,4444444	25,5555556	100	74,4444444	25,5555556	100	3,416252073	9,951690821	6,6840
	0,7444444	0,2555556	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA			Se rechaza Ho y se acepta Hi.			
6,684			5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 15 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 65,502 % de resina y el 0,873% de catalizador NH<sub>4</sub>Cl elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje si cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, por lo tanto estadísticamente esta dosificación es adecuada.

**Tabla 16-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 1,419 % de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	66,6666667	33,3333333	100	80	20	100	2,222222222	8,888888889	
<b>Prueba 2</b>	73,3333333	26,6666667	100	80	20	100	0,555555556	2,222222222	
<b>Prueba 3</b>	100	0	100	80	20	100	5	20	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	80	20	100	80	20	100	2,592592593	10,37037037	6,4815
	0,8	0,2	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho						SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi			
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6						Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6			
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA			Se rechaza Ho y se acepta Hi.			
6,4815			>						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 16 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 65,502 % de resina y el 1,419% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje si cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, por lo tanto estadísticamente esta dosificación es adecuada.

**Tabla 17-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 65,502 % de resina y 1,965 % de catalizador.

	Observado			Esperado			Calculado		
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	66,6666667	33,3333333	100	83,3333333	16,6666667	100	3,3333333	16,6666667	
<b>Prueba 2</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,42338E-30	6,81576E-30	
<b>Prueba 3</b>	100	0	100	83,3333333	16,6666667	100	3,3333333	16,6666667	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,2222222	11,1111111	6,6667
	0,8333333	0,1666667	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza $H_0$					SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza $H_1$				
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6					Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6				
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA		Se rechaza $H_0$ y se acepta $H_1$ .				
6,6667		>	5,9915						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

### Análisis de resultados de Chi cuadrado.

En la tabla 17 se comparan los porcentajes de aprobación de la prueba de tres ciclos de las probetas realizadas con el 65,502 % de resina y el 1,965% de catalizador  $NH_4Cl$  elaboradas a nivel de laboratorio con el porcentaje de aprobación que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6. De acuerdo al análisis estadístico Chi Cuadrado este porcentaje si cumple con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6, por lo tanto estadísticamente esta dosificación es adecuada.



## 3.2 Pruebas de hipótesis

Con el objeto de responder a las hipótesis planteadas, se procedió al análisis estadístico de los datos y a la comparación de estos con las especificaciones establecidas por la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6 y la Norma Interna de la Empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A.

### 3.2.1 Hipótesis específicas

#### Hipótesis 1

- Con la adecuada identificación de las variables del proceso se modificarán los porcentajes de resina UF y catalizador que cumpla con la función de proporcionar un mejor pegado en los tableros contrachapados fabricados con la especie maderera mascarey.

De los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico del Chi Cuadrado se puede observar que las dosificaciones adecuadas para la formulación del adhesivo para tableros contrachapados para mejorar la calidad del pegado son el 54,585 % de resina con el 1,965% de catalizador y las de 65,502 % de resina con el 0,873 %; 1,419 % y 1,965 % de catalizador ya que estas cumplen satisfactoriamente con la prueba de los 3 ciclos que establece la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6 y la Norma interna de la empresa. Sin embargo al ver el costo de cada uno de ellas se estableció que la mejor dosificación es la del 54,585 % de resina con el 1,965 % de catalizador. Los resultados se muestran a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 18-3:** Resumen de los resultados de Chi Cuadrado.

CUADRO DE RESUMEN						
%Resina	% Catalizador	CHI CALCULADO	Mayor o Menor	CHI TABLA	Costo\$/Kg cola	RESULTADO
43,668	0,873	0,5000	<	5,9915	0,534	NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
43,668	1,419	0,7004	<	5,9915	0,535	NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
43,668	1,965	1,0741	<	5,9915	0,537	NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
54,585	0,873	1,5000	<	5,9915	0,592	NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
54,585	1,419	1,3333	<	5,9915	0,593	NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
<b>54,585</b>	<b>1,965</b>	<b>6,6667</b>	<b>&gt;</b>	<b>5,9915</b>	<b>0,595</b>	<b>SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6</b>
65,502	0,873	6,6840	>	5,9915	0,650	SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
65,502	1,419	6,4815	>	5,9915	0,651	SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6
65,502	1,965	6,6667	>	5,9915	0,653	SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

**Tabla 19-3:** Resultados obtenidos de las pruebas realizadas con el 54,585 % de resina y 1,965 % de catalizador

	Observado			Esperado			Calculado		Chi Cuadrado
	% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas			% de probetas aprobadas		
	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	Total	Si pasa	No pasa	
<b>Prueba 1</b>	66,6666667	33,3333333	100	83,3333333	16,6666667	100	3,333333333	16,6666667	
<b>Prueba 2</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,42338E-30	6,81576E-30	
<b>Prueba 3</b>	100	0	100	83,3333333	16,6666667	100	3,333333333	16,6666667	<b>Chi Cuadrado</b>
<b>Total</b>	83,3333333	16,6666667	100	83,3333333	16,6666667	100	2,22222222	11,1111111	6,6667
	0,83333333	0,16666667	1						
SI: $X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ Se Rechaza Ho						SI: $X^2_{calculado} < X^2_{tabla}$ Se Rechaza Hi			
Hi: SI Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6						Ho: NO Cumple con la Norma IWPA-2011 NUMERAL 5.6			
CHI CALCULADO CHI TABLA			CHI TABLA						
6,6667			5,9915						
>			Se rechaza Ho y se acepta Hi.						

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

## **Hipótesis 2**

- Mediante un estudio en la relación entre la cantidad de resina Urea-formaldehído y catalizador cloruro de amonio se demostrará que para la producción de tableros contrachapados es factible modificar el porcentaje de resina y catalizador en la mezcla encolante cumpliendo con la norma interna de la empresa y la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6.

Mediante la aplicación de la dosificación con el 54,585 % de resina con el 1,965 % de catalizador en la formulación del adhesivo para la fabricación de tableros contrachapados la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A seguirá cumpliendo o mantendrá este producto en cumplimiento con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 numeral 5.6 y la Norma interna de la empresa.

## CAPÍTULO IV.

### 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

#### 4.1 Propuesta para la solución del problema

Una vez encontrada la mejor dosificación en el adhesivo para la elaboración de los tableros contrachapados se propone capacitar a los operadores quienes laboran en el laboratorio de cola a utilizar la nueva formulación de la mezcla encolante respetando los parámetros que establece la Norma interna de la empresa.

#### 4.2 Costos de implementación de la propuesta

**Tabla 20-4:** Costos de la nueva formulación de cola

Insumos	Cantidad (Kg)	X(Kg)	Costo/Kg	Costo/Kg cola
Resina UF 801	50	0,5459	0,8120	0,4432
Catalizador	1,8	0,0197	0,5600	0,0110
SP de colatan	4	0,0437	0,4997	0,0218
SP de Insecticida	0,6	0,0066	1,6676	0,0109
Harina de trigo	17,6	0,1921	0,5600	0,1076
Agua	17,6	0,1921	0,0010	0,0002
	91,6	1,0000		0,5948

Realizado por: AUCAPIÑA Diana. 2017

$$a = (1,26m * 2,52m) * 2$$

$$a = 6,3504m^2$$

$$esparcimieto = e * area$$

$$esparcimieto = 0,2 \frac{Kg\ cola}{m^2} * 6,3504 m^2$$

$$esparcimiento = 1,27008 Kg\ cola/tablero$$

$$costo\ por\ tablero = 1,27008 \frac{Kg\ cola}{tablero} * 0,5948 \frac{USA}{Kg\ cola}$$

$$costo\ por\ tablero = 0,7554 \frac{USA}{tablero}$$

$$costo\ por\ día = 0,7554 \frac{USA}{tablero} * 750 \frac{tableros}{día}$$

$$\text{costo por día} = 566,55 \frac{\text{USA}}{\text{día}}$$

**Cálculo del Producto no conforme**

$$\%PNC = \frac{\text{suma total PNC}}{\text{Suma total del clasificado}}$$

$$\%PNC = \frac{6}{750} * 100 = 0,8$$

**Tabla 21-4:** Resumen de costos de cola en tableros de 5,2mm

<b>Costos</b>	<b>Formula Actual</b>	<b>Formula nueva</b>
USA/Kg de cola	0,5923	0,5948
USA/tablero	0,7523	0,7554
USA/día	564,225	566,55
%PNC	1,92	0,8

**Realizado por:** AUCAPIÑA Diana. 2017

En la tabla 21 muestra una comparación de costos de la implementación de la nueva formulación de la mezcla encolante con los costos de la cola actual que se está utilizando, se puede observar que hay una diferencia significativa en cuestión de los costos, pero se puede resaltar que en cuanto al producto no conforme, al utilizar la nueva formulación se puede disminuir un buen porcentaje del producto no conforme, lo que se sugiere empezar a utilizar la formulación nueva.

## CONCLUSIONES

- Con el fin de mejorar la calidad de pegado de los tableros contrachapados de 5,2 mm con la especie maderera mascarey se realizó varias modificaciones en la formulación de cola variando solo en cantidad de resina UF-801 y en cantidad de catalizador cloruro de amonio que utilizan para la producción de tableros contrachapados en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A, para cada dosificación se elaboró tableros de prueba de 20 x 30 cm, con caras de jacaranda y almas de mascarey, controlando que la viscosidad y el contenido de sólidos de la mezcla encolante, así también en el encolando el esparcimiento y en el prensado caliente la presión, tiempo y temperatura este dentro del rango que establece la norma interna de la empresa.
- De los tableros de muestra fabricados a nivel de laboratorio con las diferentes dosificaciones de la mezcla encolante se cortaron 6 probetas de 127 x 50,8 mm, cabe indicar que las probetas deben ser cortadas paralelas al grano de la cara exterior (ver Anexo F) y se realizó para cada ensayo la prueba de los tres ciclos basándose para el análisis de los resultados en la norma International Wood Products Association IWPA-2011.
- Los resultados de la prueba de los tres ciclos obtenidos fueron evaluados por el método estadístico del Chi Cuadrado. Este método nos demostró que las dosificaciones adecuadas para mejorar la calidad de pegado de los tableros contrachapados utilizando como materia prima el mascarey son 54,585 % de resina con el 1,965 % de catalizador y las de 65,502 % de resina con el 0,873 %; 1,419 % y 1,965 % de catalizador ya que estas cumplen satisfactoriamente con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011 y con la Norma interna de la empresa. Sin embargo al ver la diferencia del costo entre las formulaciones encontrada se determinó que la mejor dosificación es la del 54,585 % de resina con el 1,965 % de catalizador por su bajo costo.
- La mejor dosificación obtenida durante el estudio realizado se aplicó a nivel industrial en la empresa ENCHAPES DECORATIVOS S.A la cual se verifico que esta dosificación cumple correctamente con la Norma International Wood Products Association IWPA-2011.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación para encontrar mejores resultados, como por ejemplo buscar sustituyentes de la harina de trigo, que sea un sólido de bajo costo pero que cumpla con las mismas características que proporciona la harina de trigo, para que no afecte la viscosidad de la mezcla encolante o su vez variando los parámetros del prensado frío y caliente para mejorar la producción de los tableros y para disminuir el producto no conforme.
- Capacitar a los trabajadores que operan en el laboratorio de cola la importancia que tiene la utilización y la aplicación de cada uno de los insumos durante la preparación de la mezcla encolante, así también que deben respetar los parámetros de cada uno de los procesos como establece la norma interna de la empresa.
- También se recomienda a la empresa Enchapes Decorativos S.A hacer uso de la nueva dosificación de la formulación de la mezcla encolante encontrada durante el estudio realizado para mejorar la calidad de pegado en los tableros contrachapados utilizando la especie maderera mascarey

## BIBLIOGRAFÍA

1. **AIDIMA**. La emisión de formaldehído en los productos del sector madera-mueble.(Informe técnico) (2009)  
[http://www.ecodisseny.net/media/0\\_20101105\\_aidima-formaldehido.pdf](http://www.ecodisseny.net/media/0_20101105_aidima-formaldehido.pdf).
2. **ANSI**. American National Standard for Hardwood and Decorative Plywood Decorative Plywood, Sec. 4.6: (2004) Three-Cycle Soak Test. Estados Unidos.
3. **AQUINO, L., RODRÍGUEZ, J., MÉNDEZ, L. Y SANDOVAL, S.** Evaluación de programas de secado para madera de chalamite (*Pinus pseudostrobus*). Madera y Bosques, 16 (2), (2010) pp 35-46.
4. **BÁRCENAS, G., ORTEGA, F., ÁLVAREZ, Á. Y RONZÓN, P.** Relación estructura propiedades de la madera de angiospermas mexicanas,. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, (2005), pp 45-55.
5. **CARMONA, René, ESPINOZA, Francisco Y BULL, Carlos,** Influencia de la densidad de la madera en la encolabilidad de *Pinus radiata* D.Don. s.f., Revistas Forestales , p. 56.
6. **CIURLO, F.** Conceptos Básicos del Secado de Madera. Revista el mueble y la madera MM, (53), pp.101-108. (2006)  
<http://www.revista-mm.com/rev53/procesos.pdf>.
7. **CÓRDOBA, Rafael.** Conceptos básicos sobre el secado de la madera. 2005, KURÚ Revista Forestal, pp. 1-2.
8. **ENDESA-BOROTOSA.** [En línea] 25 de 04 de 2016.  
[Citado el: 23 de 12 de 2016.]  
<http://www.endesabotrosa.com/index.php/productos/nuestros-productos>.



9. **ENDESA-BOTROSA.** [En línea] 30 de 04 de 2016.  
[Citado el: 31 de 12 de 2016].  
<http://www.endesabotrosa.com/index.php/productos/nuestros-productos/tab-contrachapados/contrachapado-decorativo>.
10. **ENDESA-BOTROSA.** [En línea] 30 de 04 de 2016.  
[Citado el: 26 de 11 de 2016.]  
<http://www.endesabotrosa.com/index.php/productos/nuestros-productos/tab-contrachapados/contrachapado-marino>.
11. **ENDESA-BOTROSA.** [En línea] 15 de 02 de 2016.  
[Citado el: 25 de 01 de 2017.]  
<http://www.endesabotrosa.com/>.
12. **ENDESA-BOTROSA.** [En línea] 30 de 04 de 2016.  
[Citado el: 28 de 11 de 2016.]  
<http://www.endesabotrosa.com/index.php/productos/nuestros-productos/tab-contrachapados/contrachapado-duratriplex>.
13. **ENDESA-BOTROSA.** [En línea] 17 de 02 de 2016.  
[Citado el: 30 de 01 de 2016.]  
<http://www.endesabotrosa.com/index.php/productos/nuestros-productos>.
14. **ESPAÑA.** Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España. [En línea] 08 de 10 de 2008.  
[Citado el: 16 de 12 de 2016.]  
[http://www.cscae.com/area\\_tecnica/aitim/actividades/act\\_paginas/libro/11%20Tableros%20contrachapados.pdf](http://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/actividades/act_paginas/libro/11%20Tableros%20contrachapados.pdf).
15. **ESTÉVEZ, B.** Desarrollo, caracterización y optimización de resinas base úrea-formol (uf), como adhesivos para tableros aglomerados con baja emisión de formaldehído. (Disertación doctoral no publicada). (2012).  
[http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/196/1/Est%C3%A9vez\\_Bol%C3%ADvar.pdf](http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/196/1/Est%C3%A9vez_Bol%C3%ADvar.pdf)

16. **ESTÉVEZ, Pedro**. Desarrollo, caracterización y optimización de resinas base urea-formol (uf), como adhesivos para tableros aglomerados con baja emisión de formaldehído. Repositorio de E-Prints de la Universidad de Burgos. [En línea] 12 de 09 de 2012.  
[http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/196/2/Est%C3%A9vez\\_Bol%C3%ADvar.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/196/2/Est%C3%A9vez_Bol%C3%ADvar.pdf).
17. **GALIPQUIM** Cia.Ltda. 2017. Certificado de Análisis . Quito : s.n., 2017. ASTM E70.
18. **GARAY, Rose Y SANDOVAL , Francisco**. Efecto de la densidad del tablero y combinación adhesiva sobre propiedades físico-mecánicas críticas en tableros OSB fabricados con maderas nativas chilenas. Scientific Electronic Library Online. [En línea] 11 de 03 de 2013.  
<http://www.scielo.cl/pdf/bosque/v34n1/art03.pdf>.
19. **HARO, Diego**. “Fabricación de pisos de Ingeniería en madera de Mascarey (Hyeronima alchorneoides Allem) en la Empresa PISMADE S.A. Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - See more at:. [En línea] 30 de 06 de 2015.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3884/1/33T0136%20.pdf>.
20. **LÓPEZ, Alejandro**. Estudios de las harinas cereales para su empleo como cargas en el encolado de madera . [En línea] 08 de 04 de 2011.  
[Citado el: 05 de 10 de 2016.]  
[http://infomadera.net/uploads/publicaciones/pdf\\_9\\_Estudio%20de%20Harinas%20de%20Cereales%20para%20su%20empleo%20como%20cargas%20en%20el%20encolado%20de%20madera.pdf](http://infomadera.net/uploads/publicaciones/pdf_9_Estudio%20de%20Harinas%20de%20Cereales%20para%20su%20empleo%20como%20cargas%20en%20el%20encolado%20de%20madera.pdf).
21. **LU CHANG-SAY, Julio**. Validación de metodo para determinar parámetros óptimos de los procesos de union, mediante adhesivos disponibles del mercado nacional con maderas amazónicas, para la producción de componentes de uso estructural. (TESIS PREGRADO) Oficina central de biblioteca UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA . [En línea] 08 de 04 de 2014.  
[https://www.academia.edu/11139728/TESIS\\_DE\\_ENCOLADO\\_final\\_1](https://www.academia.edu/11139728/TESIS_DE_ENCOLADO_final_1).

22. **MORALES, Marcela.** morales\_perez\_marcela\_2010%20(1) efecto de la incorporación de taninos en la mezcla encolante, sobre el contenido de formaldehído libre en tableros de partículas. Universidad autónoma chapingo división de ciencias forestales. [En línea] 27 de 12 de 2010.  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/morales\\_perez\\_marcela\\_2010%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/morales_perez_marcela_2010%20(1).pdf).
23. **NEVADO, Miguel.** Informacion General 142 Contrachapado tablero contrachapado. Infomadera digital. [En línea] 26 de 12 de 2002.  
[Citado el: 20 de 11 de 2016.]  
[http://infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_142\\_contrachapado.pdf](http://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_142_contrachapado.pdf).
24. **PARADA, Vanesa Y BELANCHE, Manolo.** Tablero Fenólico. Símbolo Calidad. [En línea] s.f.  
<http://blog.simbolocalidad.com/tablero-fenolico>.
25. **PERALTA , Nancy.** La industria maderera nacional, incidencia tributaria en su proceso productivo y de comercialización hasta el año 2009. Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN. [En línea] 31 de 03 de 2011.  
[Citado el: 02 de 10 de 2016.]  
<http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>.
26. **POBLETE, Hernan y PINTO, Anibal.** BOSQUE 14(1): 55-61. 1993 [En línea] 1993.  
[Citado el: 05 de 11 de 2016.]  
<http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v14n1/art07.pdf>.
27. **ROMERO , Marco , VELASTEGUÍ , Diego Y ROBLES , Marco.** Descripción de las Cadenas Productivas de Madera en el Ecuador . Quito-Ecuador : Andinagraph, 2011.
28. **SOLIS, Victor.** Estudio del efecto de la humedad de las chapas de sante (brosimun utile) y pachaco (Schizolobium parahybum) sobre la calidad del pegado y el contenido de formaldehído libre en tableros contrachapados en la EMPRESA ENCHAPES DECORATIVOS S.A. [En línea] (TESIS DE PREGRADO) ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria 09 de 2013.

[Citado el: 23 de 08 de 2016.]

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6693/1/CD-5090.pdf>.

29. **TTITO , Aracelli** . Aptitud de la yuca (Manihot esculenta Granz) de la región San Martín como extendedor en la formulación para tableros contrachapados .(**TESIS PREGRADO**) Facultad de Ciencias Forestales Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. [En línea] 28 de 10 de 2015.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/653/K50.T8-T.pdf?sequence=1>.
  
30. **VALLEJOS, Saúl**. Estudio de la Reducción de Emisión de Formaldehído en las resinas de Urea Formaldehído. Repositorio de E-Prints de la Universidad de Burgos. [En línea] 20 de 09 de 2010.  
[http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/97/2/Vallejos\\_Calzada.pdf](http://riubu.ubu.es/bitstream/10259.1/97/2/Vallejos_Calzada.pdf).
  
31. **VALDIVIA, Acevedo. Y ZAVALA, David**. Transferencia de calor y su efecto en el proceso de prensado de tableros contrachapados. [En línea] 20 de 04 de 2006.  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/rchscfaX409%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/rchscfaX409%20(2).pdf).
  
32. **ZAVALA, David**. Análisis de los factores que intervienen en el proceso de prensado del triply. 2008, Revista Mexicana de Ciencias Forestales , págs. 107, 109.

## ANEXOS

### ANEXO A. Norma interna para el contenido de humedad de la chapa



#### NORMA INTERNA PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA CHAPA

Material Espeor (1/10 mm)	CARAS EXTERNAS			CARAS INTERNAS			ALMAS
	5 a 7	8 a 10	11 a 13	14 a 16	20 a 21	A partir de 24	Todos los espesores
Especie	Contenido de Humedad Máximo (%)						
Aguacatillo	14	14	14	12	12	12	12
Anime	14	14	14	12	12	10	12
Canelo	14	14	14	12	10	10	12
Ceibo	14	12	12	10	10	12	12
Coco	12	12	12	12	12	12	12
Cutanga	14	14	14	12	12	12	12
Eucalipto	14	14	14	12	12	12	12
Goma	14	14	14	12	12	12	12
Guarango	14	14	14	12	12	12	12
Guayacán	14	14	14	12	12	12	12
Jacaranda	14	14	14	12	12	12	12
Laguno	14	14	14	12	12	12	12
Lano	14	14	14	12	12	12	12
Laurel	14	14	14	12	12	12	12
Marañón	14	14	14	12	12	12	12
Mascarey	14	14	14	12	12	12	12
Melina	12	12	12	12	12	12	12
Pachaco	14	14	16	12	12	12	12
Pino	14	14	14	12	12	12	12
Samán	14	14	14	12	12	12	12
Sande	14	14	14	12	12	12	12
Seique	14	14	14	12	12	12	12
Tangare	14	14	14	12	12	12	12
Terminalia	14	14	14	12	12	12	12
Zapote	12	12	12	12	12	12	12

El contenido de humedad de la chapa debe ser mínimo de 8% para todas las especies.

Para maderas que no son homogéneas, se permite que parte de la chapa pueda tener máximo 16% de contenido de humedad.

Nota: Las especies que no estén incluidas en este listado, para el secamiento considerar lo siguiente:

- Para caras externas 14 % de contenido de humedad máximo
- Para caras interiores 12 % de contenido de humedad máximo.
- Para almas 12 % de contenido de humedad.

CC-NI-03-06	Elaborado por: CC
EDICION No. 7	Revisado por: JP
PAGINA 1/1	Aprobado por: GP Fecha: 2016-07-13

## ANEXO B: Norma Interna para la preparación de cola



### NORMA INTERNA PARA LA PREPARACIÓN DE COLA

#### COMPONENTES DE LA COLA

- Resina (Urea-Formaldehído / Fenólica)
- Catalizador
- Harinas (Trigo, plátano y/o yuca)
- Agua
- Solución insecticida al 8,3%
- Secuestrante de formol

El porcentaje de cada uno de los componentes, es decir la formulación, elaborada y actualizada por Control de Calidad tiene que ser autorizada por el Departamento de Producción de acuerdo a sus requerimientos, sin descuidar los requisitos expresados en la presente norma.

Las formulaciones de la cola se establecerán en los anexos adjuntos a esta Norma Interna, y Control de calidad entregará cada actualización al punto de control respectivo.

*Tabla 1. Parámetros de cada tipo de cola*

TIPO DE COLA	% DE SÓLIDOS		TIEMPO DE BATIDO, min		VISCOSIDAD, s		VISCOSIDAD, cP	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Urea-Formaldehído	27	---	15	---	95	115	2745	3324
Fenólica	38	---	15	---	48	60	1113	1468

#### VISCOSIDAD FUERA DE RANGO

- Si la viscosidad esta sobre el limite superior se sigue el siguiente procedimiento:  
En la siguiente batida se aumenta 1 kg de agua. Si continua sobre el limite superior, en las siguientes batidas se disminuye gradualmente 1 kg de harina de trigo, hasta que la viscosidad se encuentre dentro del rango.
- Si la viscosidad esta por debajo del limite inferior se sigue el siguiente procedimiento:  
En la siguiente batida se aumenta 1 kg de harina de trigo. Si continúa por debajo del limite inferior, en las siguientes batidas se disminuye gradualmente 1 kg de agua, hasta que la viscosidad se encuentre dentro del rango.
- En caso de que no exista harina de plátano se debe colocar el doble de peso de harina de yuca establecido en la formula o viceversa.

CC-NI-03-08	Elaborado por: CC
EDICION No. 7	Revisado por: JP
PAGINA 1/1	Aprobado por: GP Fecha: 2016-06-02

**ANEXO C:** Norma Interna de la viscosidad de cola con la copa iso n°8

*Tabla 2. Viscosidad de cola a diferentes tiempos con la COPA ISO No. 8*

COLA UREA-FORMALDEHÍDO			COLA FENÓLICA	
Tiempo(s)	Viscosidad, cP		Tiempo, s	Viscosidad, cP
74	2136,80		37	787
75	2165,74		38	817
76	2194,68		39	846
77	2223,63		40	876
78	2252,57		41	906
79	2281,51		42	935
80	2310,46		43	965
81	2339,40		44	994
82	2368,34		45	1024
83	2397,29		46	1054
84	2426,23		47	1083
85	2455,17		48	1113
86	2484,11		49	1142
87	2513,06		50	1172
88	2542,00		51	1201
89	2570,94		52	1231
90	2599,89		53	1261
91	2628,83		54	1290
92	2657,77		55	1320
93	2686,72		56	1349
94	2715,66		57	1379
95	2744,60	Mínimo	58	1409
96	2773,54		59	1438
97	2802,49		60	1468
98	2831,43		61	1497
99	2860,37		62	1527
100	2889,32		63	1556
101	2918,26		64	1586
102	2947,20		65	1616
103	2976,15		66	1645
104	3005,09		67	1675
105	3034,03		68	1704
106	3062,97		69	1734
107	3091,92		70	1764
108	3120,86		71	1793
109	3149,80			
110	3178,75			
111	3207,69			
112	3236,63			
113	3265,58			
114	3294,52			
115	3323,46	Máximo		

**ANEXO D:** Norma Interna de presión y tiempo en el pre prensado



**NORMA INTERNA DE PRESIÓN Y TIEMPO EN EL PRE PRENSADO**

TIPO DE TABLERO	PRE PRENSAS No.				
	1 ( bar )	2 ( kg/cm <sup>2</sup> )	3 ( MPa )	4 ( kg/cm <sup>2</sup> )	5 ( kg/cm <sup>2</sup> )
<b>TABLEROS CORRIENTES</b>					
3x7 pies (92x214 cm)	220 – 250	90 – 120	9 – 12	90 – 120	90 – 120
4x8 pies (122x244 cm)	220 – 250	100 – 160	10 – 16	100 – 160	100 – 160
<b>TABLEROS DECORATIVOS</b>					
3x7 pies (92x214 cm)	220 – 250	50 – 90	5 – 9	50 – 90	50 – 90
4x8 pies (122x244 cm)	220 – 250	50 – 120	5 – 12	50 – 120	50 – 120
<b>TABLEROS ALISTONADOS</b>					
3x7 pies (92x214 cm)	220 – 250	90 – 120	9 – 12	90 – 120	90 – 120
4x8 pies (122x244 cm)	220 – 250	100 – 160	10 – 16	100 – 160	100 – 160
<b>TABLEROS ALISTONADOS CON CARAS DE MDF</b>					
4x8 pies (122x244 cm)	215 – 225	100 – 105	9,8 – 10,4	100 – 105	100 – 105
<b>TABLEROS MARINOS</b>					
4x8 pies (122x244 cm)	220 – 250	100 – 160	10 – 16	100 – 160	100 – 160
<b>FÓRMICA</b>					
4x8 pies (122x244 cm)	N / A	100 – 120	10 – 12	100 – 120	100 – 120

**El tiempo mínimo para pre prensar es de 10 minutos.**

CC-NI-03-09	Elaborado por: CC
EDICION No. 5	Revisado por: JP
PAGINA 1/1	Aprobado por: GP Fecha: 2015-02-23




ANEXO E: Norma Interna de presión, tiempo y temperatura prensa yamamoto



NORMA INTERNA DE PRESIÓN, TIEMPO Y TEMPERATURA PRENSA YAMAMOTO

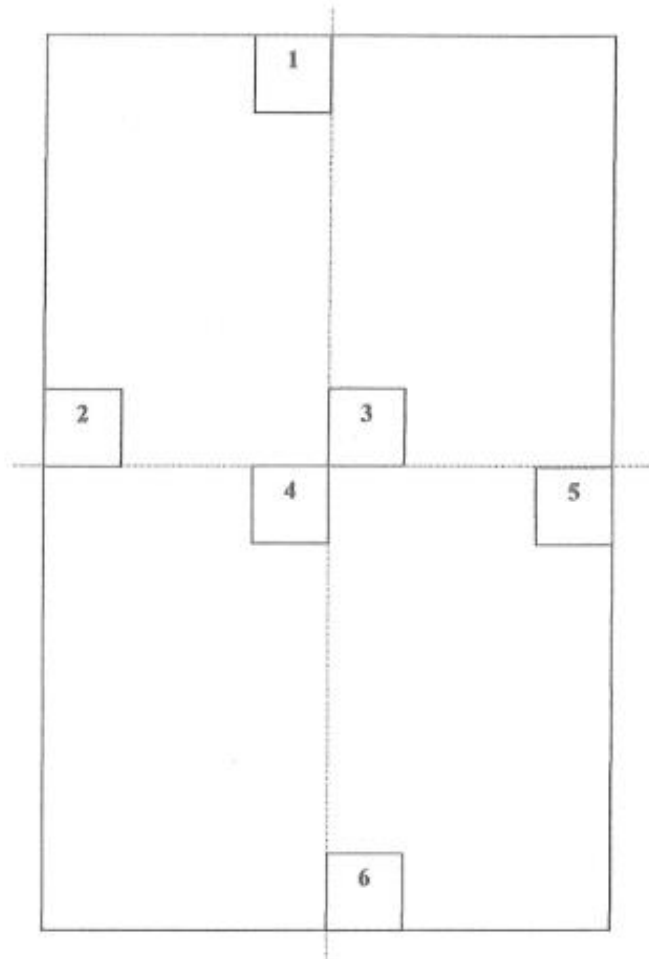
TIPO Tablero	Presión 1 ( kg/cm <sup>2</sup> )	Presión 2 ( kg/cm <sup>2</sup> )	Tiempo 1 ( s )	Tiempo 2 ( s )	TEMP. ( °C )
<b>TABLEROS CORRIENTES</b>					
3 x 7 x 3,0 / 3,6 / 4,0 / 5,2	78	59	230	30	95 - 105
4 x 8 x 3,0 / 3,6 / 4,0	115	72	230	30	95 - 105
4 x 8 x 5,2	80 a 125	72	240	30	98-105
4 x 8 x 9,0	104 - 125	72	410	120	95 - 105
4 x 8 x 12	80 - 125	72	600	120	98-105
4 x 8 x 15	100 - 130	72	600	120	95 - 105
4 x 8 x 18	80 - 125	72	840	120	98-105
4 x 8 x 20	104 - 125	72	860	120	95 - 105
4 x 8 x 25	104 - 125	72	1100	120	95 - 105
<b>TABLERO DECORATIVO</b>					
4 x 8 x 3,6	115	72	230	30	95 - 105
4 x 8 x 4,0	115	72	230	30	95 - 105
4 x 8 x 5,2	115	72	230	30	95 - 105
4 x 8 x 6,0	115 a 125	72	280	60	95 - 105
4 x 8 x 10	116	78	280	60	95 - 105
4 x 8 x 13	116	78	280	60	95 - 105
4 x 8 x 16	116	78	280	60	95 - 105
4 x 8 x 19	116	78	280	60	95 - 105
<b>TABLERO ALISTONADO</b>					
4 x 8 x 15 / 18	125	90	380	60	95 - 105
<b>TABLERO ALISTONADO CON CARAS DE MDF</b>					
4 x 8 x 18	95 - 110	72	260	20	104 - 105
<b>TABLERO MARINO</b>					
4 x 8 x 3,6 / 4,0	126	83	220	60	115 - 125
4 x 8 x 5,2	126	83	300	60	115 - 125
4 x 8 x 6,0	115	75	340	60	115 - 125
4 x 8 x 9,0	115	75	480	60	115 - 125
4 x 8 x 12	115	75	640	90	115 - 125
4 x 8 x 15	115	75	800	90	115 - 125
4 x 8 x 18	115	75	960	120	115 - 125
4 x 8 x 20	115	75	1050	150	115 - 125
Enchape	115	72	250	79	115 - 125
<b>FENÓLICO</b>					
DTW 4 x 8	210	190	540	20	120 - 125
MDO 4 x 8	210	190	540	20	120 - 125
MDP 4 x 8	210	190	540	20	120 - 125

Tableros de 4 x 7 o 3 x 8 se prensan como 4 x 8

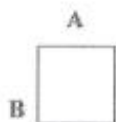
CC - NI - 03 - 11	Elaborado por: CC
EDICION No. 8	Revisado por: JP
PAGINA 1/1	Aprobado por: GP Fecha: 2016-09-15 

**ANEXO F:** Norma Interna ubicación de las probetas en el tablero para prueba de dos y tres ciclos

**UBICACIÓN DE LAS PROBETAS EN EL TABLERO PARA PRUEBA DE DOS CICLOS Y TRES CICLOS**

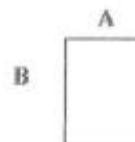


**DIMENSIONES PARA PROBETAS DE DOS CICLOS**



A = 76 mm  
B = 76 mm

**DIMENSIONES PARA PROBETAS DE TRES CICLOS**



A = 50,8 mm  
B = 127,0 mm

**ANEXO G: Norma Iwpa Procurement Standard for Imported Hardwood Plywood**



---

**IWPA  
Procurement  
Standard for  
Imported  
Hardwood  
Plywood**

---

**[IWPA-2011]**

---

**International Wood Products  
Association (IWPA)**

---

**The IWPA Procurement Standard for Imported Hardwood Plywood (IWPA-2011) describes plywood graded and marked in thicknesses of 2.7 mm through 25 mm made from tropical hardwoods. The Standard contains quality criteria; test methods; provisions for packing, product marking, claims; and definitions. It is intended for voluntary use by North American buyers and world suppliers of hardwood plywood products.**

specimen shall be considered as failing when any single delamination between two plies is greater than 50.8 mm (2 inches) in continuous length, over 6.4 mm (1/4 inch) in depth at any point, and 0.08 mm (0.003 inch) in width, as determined by a feeler gage 0.08 mm (0.003 inch) thick and 12.7 mm (1/2 inch) wide. Delamination due to tape at joints of inner plies or defects allowed by the grade shall be disregarded. Five of the six specimens shall pass the first cycle and 4 of the 6 specimens shall pass the third cycle in 90% of the panels tested. Within any given selection of test panels, 95% of the individual specimens shall pass the first cycle and 85% of the specimens shall pass the third cycle.

**5.7 Moisture Content Test**—A test specimen not less than 5800 square mm (9 square inches) in area and not less than 20 grams in weight shall be cut from the sample panel. All loose splinters shall be removed from the specimen. The specimen shall be immediately weighed to the nearest 0.1 gram, and the weight shall be recorded as the original weight. The specimen shall then be dried in an oven at 100 to 105°C (212 to 221°F) until constant weight is attained. After drying, the specimen shall be reweighed immediately, and this weight shall be recorded as the oven-dry weight. The moisture content shall be calculated as follows:

$$\frac{(\text{Original weight} - \text{Oven-dry weight}) \times 100}{\text{Oven-dry weight (percent)}} = \text{Moisture Content (Percent)}$$

Table 7:  
Test Specimen Sizes for Bond Line Tests

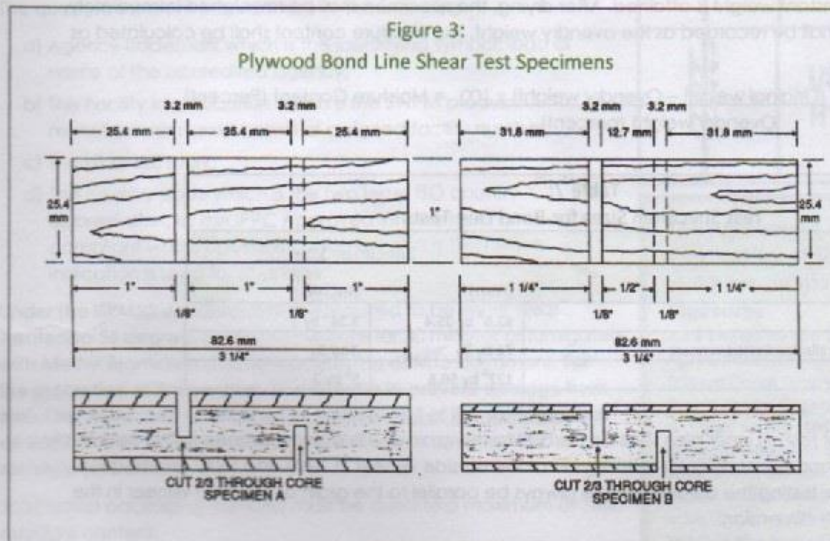
Type of Plywood	Specimen Size	
	(mm)	(inches)
Type I	82.6 <sup>A</sup> by 25.4	3.14 <sup>A</sup> by 1
Type I containing parallel laminated veneers	76 by 76	3 by 3
Type II (3-cycle)	127 <sup>B</sup> by 50.8	5 <sup>B</sup> by 2

- <sup>A</sup> Specimens for testing inner plies shall be parallel to the grain of the outside veneers in 3-7, and 11-ply construction and perpendicular to the grain of the outside veneer in 5-ply and 9-ply construction. Specimens for testing the outer plies shall always be parallel to the grain of the face veneer in the 82.6mm (3 1/4") dimension.
- <sup>B</sup> Parallel to the grain of the face veneers.

TABLE 6: WOOD FAILURE REQUIREMENTS FOR TYPE I PLYWOOD BOND LINES

Average Failing Load		Minimum Wood Failure	
kPa	(lb/sq inch)	Individual Specimen	Test Piece Average
Under 1724	(Under 250)	25	50
1724-2413	(250-350)	10	30
Over 2412	(over 350)	10	15

<sup>A</sup> See Section 10, page 29 for definitions.



**5.5 Two-Cycle Boil Test**—The 76 mm by 76 mm (3 inches by 3 inches) specimens shall be submerged in boiling water for 4 hours and then dried at a temperature of  $63 \pm 3^\circ\text{C}$  ( $145 \pm 5^\circ\text{F}$ ) for 20 hours with sufficient air circulation to lower the moisture content of the specimens to a maximum of 12 percent of the oven-dry weight. They shall be boiled again for 4 hours, dried for three hours at a temperature of  $63 \pm 3^\circ\text{C}$  ( $145 \pm 5^\circ\text{F}$ ), and then examined for delamination. Any observed delamination greater than 25.4 mm (1 inch) in continuous length constitutes failure of the specimen. Within any given lot of test samples, 90% of the individual specimens must pass.

**5.6 Three-Cycle Soak Test**—The 127 mm by 50.8 mm (5 inches by 2 inches) specimens from each test panel shall be submerged in water at  $24 \pm 3^\circ\text{C}$  ( $75 \pm 5^\circ\text{F}$ ) for 4 hours and then dried at a temperature between  $49$  and  $52^\circ\text{C}$  ( $120$  and  $125^\circ\text{F}$ ) for 19 hours with sufficient air circulation to lower the moisture content of specimens within the range of 4 to 12 percent of the oven-dry weight. This cycle shall be repeated until all specimens fail or until three cycles have been completed, whichever occurs first. A

**ANEXO H:** NTE INEN 2363:2005-Tableros de madera contrachapada. Calidad de pegado.  
Métodos de ensayos



## **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 363:2005**

---

### **TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. CALIDAD DE PEGADO. METODOS DE ENSAYO.**

**Primera Edición**

**PLYWOOD BOARDS. BONDING QUALITY. TEST METHODS.**

**First Edition**

---

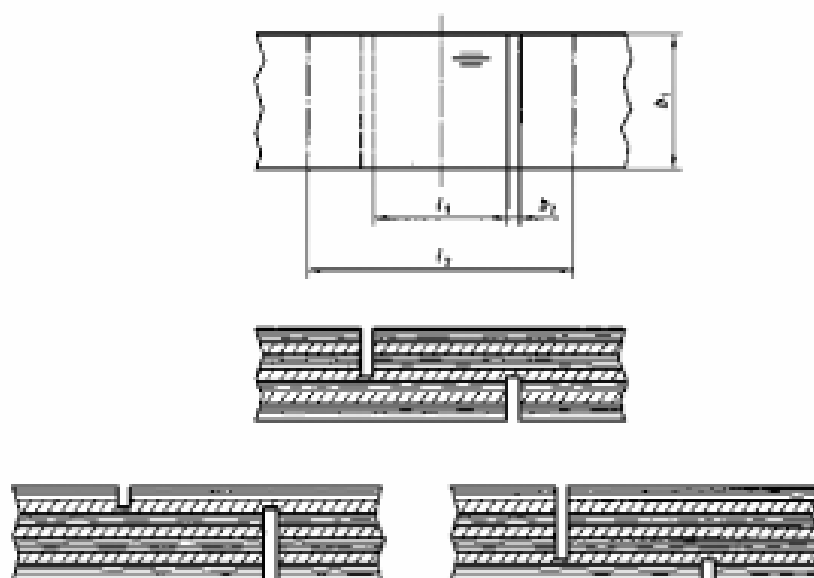
**DESCRIPTORES:** Madera, tableros contrachapados, calidad de pegado, ensayos  
**AG 08.05-302**  
**CDU:** 674.001-412:021.315.688.1  
**CIU:** 3011  
**ICS:** 79.080.10

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. CALIDAD DE PEGADO. PARTE 1. METODOS DE ENSAYO.	NTE INEN 2 363:2005 2005-10
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la calidad de pegado de las chapas de madera por comprobación mediante ensayo al corte (ver nota 1).</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>2.1 Muestreo de la pieza de ensayo. El muestreo de los tableros contrachapados será de acuerdo con la NTE INEN 900.</p> <p>2.1.1 Las muestras de las piezas para los ensayos deben ser sin defectos visibles en el área de la comprobación.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. MÉTODOS DE ENSAYO</b></p> <p>3.1 Método de corte</p> <p>3.1.1 <i>Resumen.</i> La pieza de ensayo es sometida a un esfuerzo de tal manera que la falla producida en un tiempo preestablecido al aplicar una carga a velocidad constante, sea comparada con las ilustraciones de referencia y se establezca por comparación al porcentaje de falla de cohesión aparente de la madera.</p> <p>3.1.2 Equipos</p> <p>3.1.2.1 Baño de agua controlado termostáticamente, apropiado para sumergir las piezas de ensayo y capaz de mantener a una temperatura de <math>20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>3.1.2.2 Tanque de ebullición, que permita que las piezas de ensayo puedan ser sumergidas en agua hirviendo.</p> <p>3.1.2.3 Horno de secado con ventilación capaz de mantener una temperatura de <math>60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}</math> en todos los puntos.</p> <p>3.1.2.4 Máquina de ensayo a la tensión ajustada con mordaza de acción de cuña dentada, capaz de operar continuamente y medir la carga a una exactitud de <math>\pm 1\%</math>.</p> <p>3.1.3 Preparación de la muestra</p> <p>3.1.3.1 <i>Forma y tamaño.</i> Las piezas de ensayo deben ser preparadas como se muestra en la Figura 1, considerando lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cada pieza de ensayo debe cortarse en la dirección del grano de la chapa entre las líneas del pegamento bajo ensayo perpendicular a la longitud de la pieza de ensayo.</li><li>b) Las piezas de ensayo prueba deben ser preparadas mediante corte de sierra para permitir examinar la línea de pegado del tablero.</li><li>c) Los cortes de la sierra se extenderán dentro de la chapa.</li></ul> <p style="text-align: center;">_____</p> <p>NOTA 1: Si se demuestra que hay una correlación entre los métodos definidos en esta norma y otros métodos, éstos pueden usarse.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Madera, tableros contrachapados, calidad de pegado, ensayos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Calle 17-01-2000 - Baños de San Mateo - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

- d) Pueden usarse las piezas de ensayo para todos los espesores del tablero, entre 3 a 9 chapas. Para los tableros de más de nueve chapas, el exceso de estas serán removidas mediante cepillado, cortado o lijado.

FIGURE 1 Ejemplos de las piezas de ensayo con siete chapas



En donde:

Longitud de corte:  $l_1 = 25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}^{49}$

Ancho de corte (ancho de la pieza de ensayo):  $b_1 = 25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$

Ancho del aserrado:  $b_2 = 2,5 \text{ mm}$  a  $4 \text{ mm}$

Espesor: Espesor del panel

Distancia mínima entre las mordazas:  $l_2 = 50 \text{ mm}$

Dirección del grano de la cara para todos los tipos de paneles

<sup>49</sup> En algunos casos la longitud  $l_1 = 25 \text{ mm}$  puede reducirse a  $10 \text{ mm}$ , (ver numeral 2.5.2).

### 3.1.3.2 Pretratamiento

- a) **Secuencia de pretratamiento.** Debe seguirse una de las siguientes secuencias para el pretratamiento.

a.1) Sumergir durante 24 h en agua a una temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$

a.2) Sumergir durante 6 h en agua hirviendo, seguida por enfriamiento en agua a  $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  por al menos 1 h, para reducir la temperatura de las piezas de ensayo a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

(Continúa)



- a.3) Sumergir durante 4 h en agua hirviendo, luego secar en el horno de secado con ventilación de 16 h a 20 h a una temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , luego sumergir en agua hirviendo durante 4 h, y enfriar en agua a una temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por lo menos 1 h, para reducir la temperatura de la pieza de ensayo a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- a.4) Sumergir durante un tiempo de 72 h  $\pm$  1 h en agua hirviendo, seguida por enfriamiento en agua a una temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por al menos 1h para reducir la temperatura de las piezas de ensayo a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- b) *Selección de pretratamiento.* La selección de pretratamiento para los diferentes tipos de tableros contrachapados, deben efectuarse de acuerdo con la NTE INEN 2 364.
- c) *Posicionamiento de las piezas de ensayo.* Las piezas de ensayo deben colocarse bien separadas y libre de movimientos, en un cesto de alambre. Durante el remojo cada pieza de ensayo debe permanecer completamente sumergida en agua.

### 3.1.4 Procedimiento

#### 3.1.4.1 Determinación del comportamiento del pegado mediante el ensayo de corte.

- a) Antes del tratamiento con agua, medir la longitud y ancho del área de corte con una exactitud de 0,1 mm y registrarlas.
- b) Realizar el ensayo de corte sobre piezas de ensayos húmedas. El exceso de humedad en la superficie debe quitarse.
- c) Colocar las piezas de ensayo de corte en el centro del dispositivo de mordazas, sujetando de tal manera que la carga pueda transmitirse desde la máquina de ensayo vía los extremos de las piezas de ensayo, al área de corte sin ninguna carga transversal. Si ocurre deslizamiento, solamente se lo permitirá en la fase inicial de aplicación de la carga.
- d) Aplicar la carga a una velocidad constante tal que la falla ocurra dentro de 30 s  $\pm$  10 s.
- e) Determinar y registrar la carga de falla con una exactitud de 1N. Calcular la resistencia al corte, en Newtons por milímetro cuadrado de acuerdo con el numeral 3.1.5.
- f) Después del ensayo de corte, determinar la falla de la cohesión aparente de la madera de acuerdo con el numeral 3.1.4.2.

#### 3.1.4.2 Determinación del porcentaje de falla de la cohesión aparente de la madera.

- a) Dejar secar las piezas de ensayo antes de la determinación de falla de cohesión aparente de la madera.
- b) El porcentaje de falla de cohesión aparente de la madera debe determinarse mediante comparación con las ilustraciones patrón del Anexo A, si fuera posible con incrementos del 5 % desde 0% a 100 %, y registrarlo.
- c) La falla debería ocurrir normalmente en la madera o en las líneas del pegamento, entre los cortes de sierra dentro del área de ensayo de corte. Si la falla ocurre fuera del área del ensayo, o por rotura del grano cruzado dentro de 50% o más de la superficie de la cara de la chapa, rechazar el resultado y repetir el ensayo con una longitud de de corte de 10 mm.
- d) La falla que resulta de la presencia de defectos que reducen la resistencia, debe también ser excluida con la excepción de las piezas de ensayo que contienen cinta. Las piezas de ensayo con tales defectos deberían normalmente identificarse y reemplazarse durante la operación de corte. Si el número de piezas de ensayos rechazadas excede 20%, es necesario un remuestreo. Si el remuestreo también es rechazado, sobre esta base, el lote debe ser rechazado.

(Continúa)

### 3.1.5 Cálculo

3.1.5.1 Calcular la resistencia al corte  $f_c$  de cada pieza de ensayo, en Newtons por milímetro cuadrado con la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{F}{l.b}$$

En donde:

$F$  = es la fuerza (carga) de falla de la pieza de ensayo, en Newtons;

$l$  = es la longitud del área de corte, en milímetros;

$b$  = es el ancho del área de corte, en milímetros

3.1.5.2 Calcular la resistencia media al corte, con aproximación de 0,01 N/mm<sup>2</sup> y la desviación estándar.

3.1.5.3 Determinar también el porcentaje promedio de la falla de cohesión de la madera con una precisión de 5%.

### 3.1.6 Informe de resultados

3.1.6.1 Mientras no exista norma INEN el informe del ensayo debe estar de acuerdo con la norma EN 326-1 y también contendrá la siguiente información:

- El valor de resistencia promedio al corte y la desviación estándar en Newton por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>).
- Porcentaje promedio de la falla de cohesión de madera.
- Detalles del pretratamiento (ver literal a) del numeral 3.1.3.2).

### 3.2 Métodos alternativos

3.2.1 *Prueba de Hervor de dos-ciclos* – Las piezas de ensayo de 76 mm por lado, deben ser sumergidas en agua hirviendo durante 4 horas y luego secadas a una temperatura de 63 °C ± 3 °C durante 20 horas con circulación de aire suficiente para bajar el contenido de humedad de las piezas de ensayo a un máximo de 12 por ciento de su masa secada al horno. Se deben hervir de nuevo durante 4 horas, y secarse por tres horas a una temperatura de 63 °C ± 3°C, y entonces examinarse para observar la deslaminación. Si se observa cualquier deslaminación mayor que 25,4 mm de longitud continua, constituye falla de la pieza de ensayo. Dentro de un lote dado de muestras, el 90% de las piezas de ensayo individuales deben pasar.

3.2.2 *Prueba de Remojo de tres-ciclos*. Las piezas de ensayo de 127 mm por 50,8 mm de cada tablero de la prueba deben sumergirse en agua a 24 °C ± 3 °C durante 4 horas y luego secarse a una temperatura entre 49 °C y 52 °C durante 19 horas con suficiente circulación de aire para bajar el contenido de humedad de las piezas de ensayo dentro del rango de 4 a 12 por ciento de su masa secada al horno. Este ciclo se repetirá hasta que todas las piezas de ensayo fallen o hasta que se haya cumplido los tres ciclos, cualquiera de los dos eventos que ocurra primero. Una pieza de ensayo debe considerarse como falla cuando cualquier deslaminación entre dos capas sea mayor que 50,8 mm en una longitud continua, sobre 6,4 mm de profundidad en cualquier punto, y 0,08 mm de ancho, tal como se determina con un calibrador de cinta de 0,08 mm de espesor y 12,7 mm de ancho.

3.2.2.1 La deslaminación debida a cinta adhesiva en las juntas de las chapas interiores o por defectos permitidos en el grado, no debe ser considerada. Cinco de las 6 piezas de ensayo deben pasar el primer ciclo y 4 de las 6 piezas deben pasar el tercer ciclo en 90% de los tableros probados. Dentro de cualquier selección dada de las piezas de prueba, el 95% de las piezas individuales deben pasar el primer ciclo y 85% de las piezas deben pasar el tercer ciclo.

(Continúa)

**ANEXO A****DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE FALLA DE COHESIÓN APARENTE DE LA MADERA  
POR COMPARACIÓN CON LAS ILUSTRACIONES DE REFERENCIA**

A.1 Determinar el porcentaje de falla de cohesión aparente de la madera de especímenes individuales secos con aproximación del 10 %, por comparación con los especímenes de ensayo que han fallado con una ilustración de referencia (ver figura A.1 a A.3) ver nota 2.

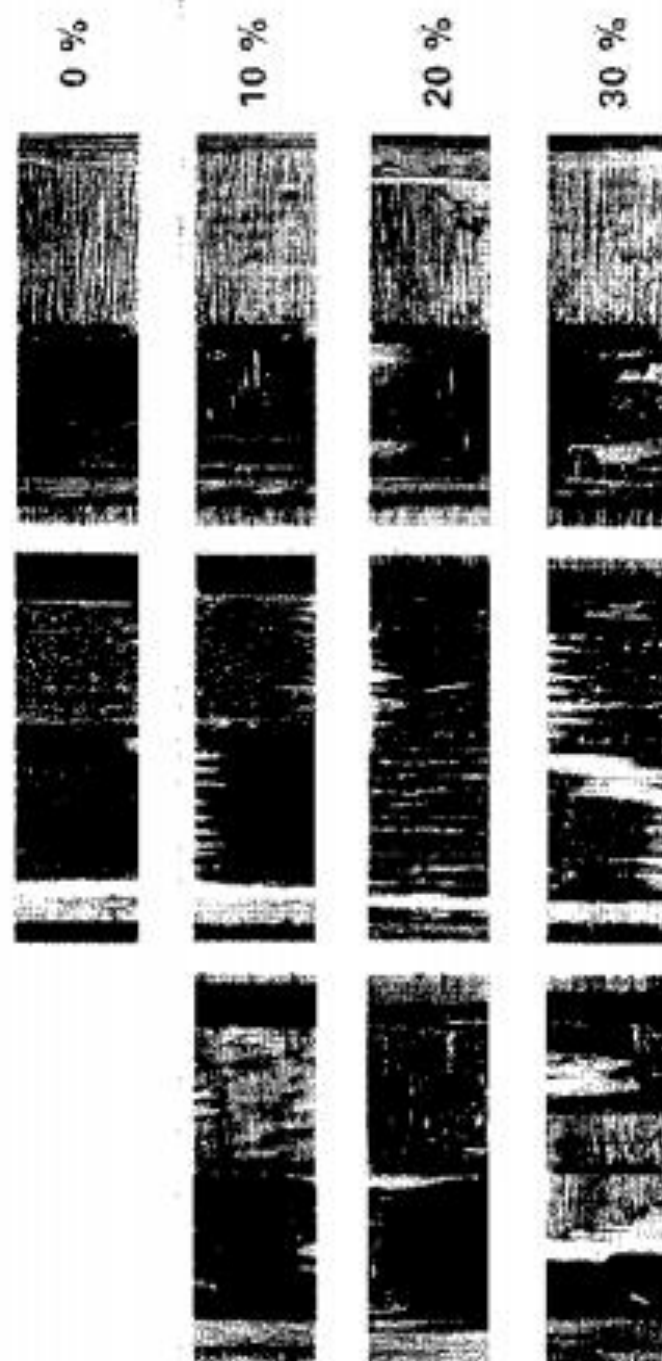
A.2 La determinación debe tomar en consideración las fibras de la madera presentes sobre la superficie fracturada. Las fibras muy finas, que pueden ser difíciles de ver sin el uso de una lente de mano ( $\times 10$  ampliaciones) deben considerarse como equivalentes a las fibras grandes, fácilmente visibles. El polvo de la madera no se tomara en cuenta.

A.3 La determinación del porcentaje de fibras de la madera es subjetiva y es una habilidad que no se adquiere inmediatamente. Mientras operadores entrenados y con experiencia obtienen resultados exactos y reproducibles, pueden ocurrir diferencias entre los operadores y los laboratorios. Para minimizar esta posibilidad, es esencial sujetarse a las instrucciones anteriores.

**NOTA 2:** Por razones técnicas de fotografía, las figuras ilustran únicamente contrachapado con pegamento café.

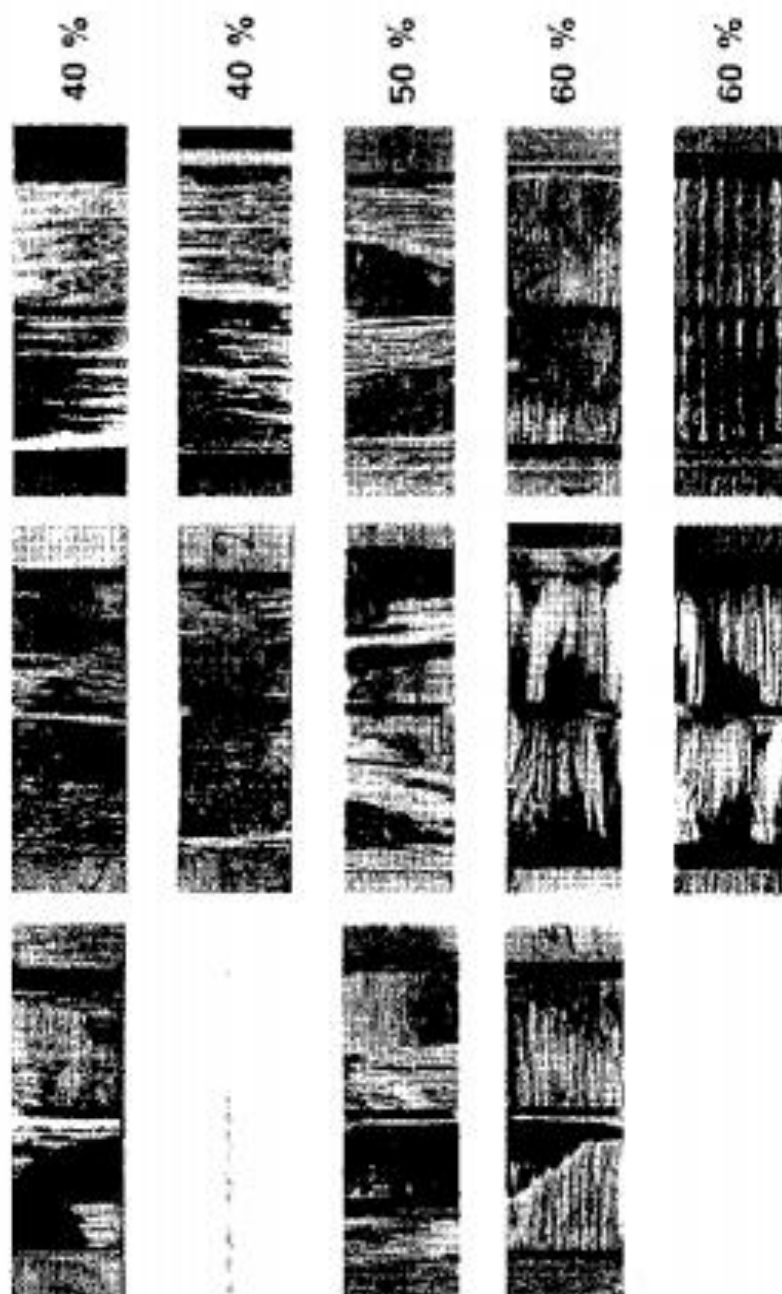
(Continúa)

FIGURA A.1. Ilustración de referencia – Falta de la fibra de la madera entre 0% a 30%  
Para efectos de comparación ver NTE INEN 2 364



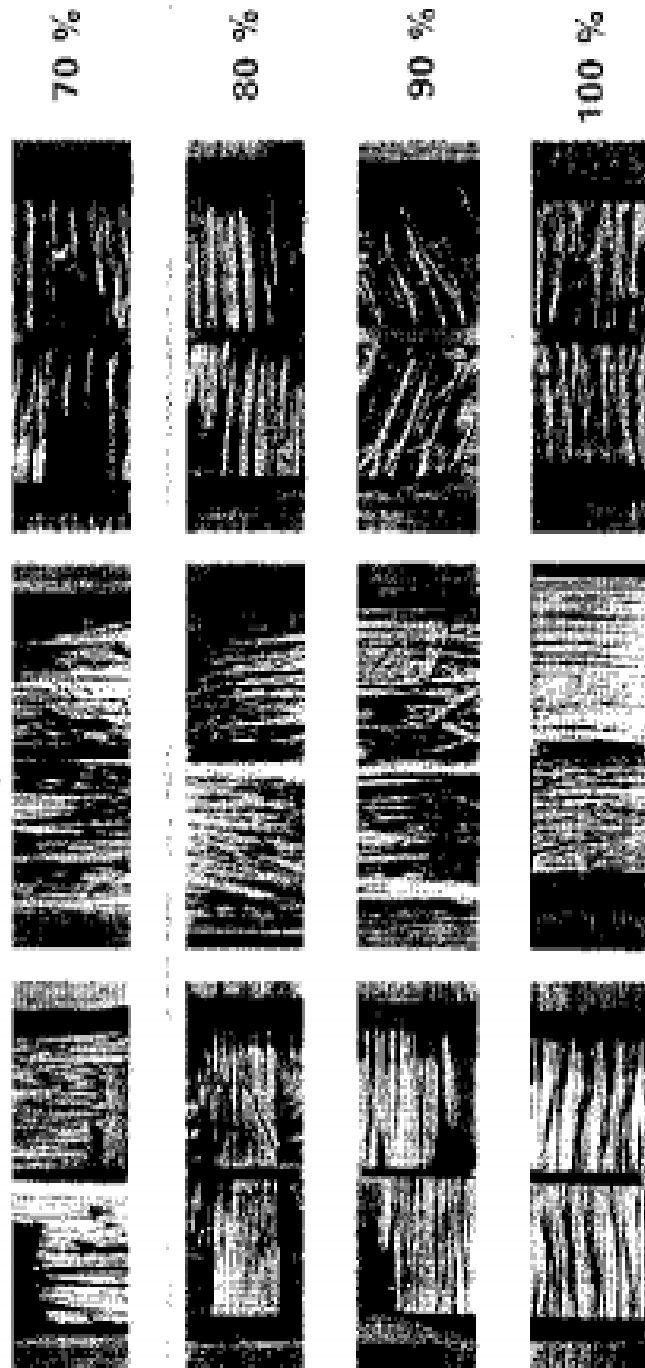
(Continúa)

FIGURA A.2. Ilustración de referencia - Falla de la fibra de la madera entre 40% a 60%



(Continúa)

FIGURA A.3. Ilustración de referencia - Falla de la fibra de la madera entre 70% a 100%



(Continúa)

**APENDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 900:2003	<i>Tableros de madera contrachapada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2364:2005	<i>Tableros de madera contrachapada. Calidad de pegado parte 2. Requisitos.</i>
Norma BS EN 326-1:1994	<i>Wood based panels sampling, cutting and inspection. Part 1. Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.</i>

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma ISO 12466-1 *Plywood-Bonding quality Part 1: Test methods.* International Organization for Standardization - Geneva, 1999.

Norma IHPA *Procurement Standard for imported hardwood plywood.* The International Hardwood Products Association. Alexandria, Virginia. USA, 1997.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 363	TÍTULO: TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. CALIDAD DE PEGADO. PARTE I. METODOS DE ENSAYO	Código: AG 08.05-302
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2003-01-06	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No.                    de publicado en el Registro Oficial No.                    de  Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de

a

Subcomité Técnico: TABLEROS DE MADERA

Fecha de iniciación: 2003-03-19

Fecha de aprobación: 2003-04-02

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Vinicio Noriega (Presidente)  
Ing. Rugo Torres Merino

Ing. Rafael Díaz  
Ing. Javier Reinoso V.  
Ing. Pablo Albornoz  
Ing. Fernando Villacís

Ing. Mario Taco Viteri  
Ing. Raúl Pujos  
Ing. Hugo Bravo

Ing. José Vega  
Ing. Edgar Vásquez  
Arq. Luis Fernando Moreno (Secretario Técnico)

ENDESA-BOTROSA S.A.  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATOLICA DEL ECUADOR - PUCE  
NOVOPAN DEL ECUADOR  
PLYWOOD ECUATORIANA S.A.  
EDIMCA  
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL  
ECUADOR  
CAE-P  
AGLOMERADOS COTOPAXI ACOSA-EDIMCA  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
INGENIERIA CIVIL  
CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO  
AIMA  
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2005-08-25

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 128 de 2005-10-19

Por Acuerdo Ministerial No. 05 700 de 2005-09-30



ANEXO I: NTE INEN 900:2003- Tableros de madera contrachapada. Requisitos



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 900:2003**

---

### **TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

**PLYWOOD PANELS. SPECIFICATIONS.**

**First Edition**

---

**DESCRITORES:** Madera, tableros de madera contrachapada, requisitos.

AG 05.03-401

CDU: 674.031.093

CIB: 3311

ICS: 79.060.10

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. REQUISITOS.	NTE INEN 900:2003 2003-12
--	--	---------------------------------

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros contrachapados, para efectos de certificación.

## 2. DEFINICIONES

2.1 Para efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones a más de las indicadas en la NTE INEN 802 y 1156.

2.1.1 **Tableros contrachapados.** Producto constituido por tres o más chapas de madera, unidas con cola y colocadas convenientemente de modo que las fibras de cada una formen ángulo recto con las fibras de la contigua, para lograr una constitución equilibrada.

2.1.2 **Chapa.** Hoja delgada de madera, de espesor uniforme obtenida por desarrollado o rebanao y que se emplea en la fabricación de enchapes o de tableros contrachapados.

2.1.3 **Alma.** Chapa o chapas interiores con la fibra transversal a la dirección del tablero contrachapado.

2.1.4 **Caras interiores.** Chapa o chapas interiores con la fibra longitudinal a la dirección del tablero contrachapado.

2.1.5 **Cara o vista.** Es el lado de un tablero contrachapado en el cual es colocada la chapa de mayor calidad. Cuando las superficies son de igual calidad las dos reciben el nombre de cara.

2.1.6 **Contracara.** Es el lado de un tablero contrachapado en el cual es colocada la chapa de menor calidad.

2.1.7 **Empalmado o juntado.** Proceso que consiste en pegar las chapas longitudinal o transversalmente por máquinas juntadoras, con el objeto de unir las y formar chapas más anchas o largas respectivamente. Las chapas pueden unirse mediante cintas, hilos o adhesivos y los bordes pueden ser biselados.

2.1.8 **Desarrollado.** Proceso por el cual la troza de madera gira sobre un eje longitudinal contra una cuchilla, permitiendo obtener la chapa de la superficie de la troza.

2.1.9 **Laminado.** Proceso en el cual la madera, al pasar por la cuchilla cortadora sigue un plano vertical, horizontal o inclinado.

2.1.10 **Cinta engomada.** Papel engomado o material similar usado durante la fabricación del tablero contrachapado para mantener unidos los lados libres de una punta o abertura de la chapa.

2.1.11 **Hilos adhesivos.** Material utilizado en el proceso de juntado en la fabricación del tablero contrachapado.

2.1.12 **Línea de pegamento o cola.** Capa de adhesivo que se coloca entre dos chapas adyacentes.

2.1.13 **Abertura interna.** Hendidura, orificio o rajadura producida en el alma del tablero contrachapado por deslizamiento u otras causas.

(Continúa)

DESCRPTORES: Madera, láminas de madera contrachapada, requisitos.

2.1.14 *Abertura externa o grieta.* Defecto natural o de otra índole que causa hendidura o agujero en la cara o contracara del tablero contrachapado. Ej. La producida por la separación del grano de la chapa en el sentido longitudinal.

2.1.15 *Despegado.* Defecto por separación de las chapas que forman el tablero contrachapado.

2.1.16 *Manchas.* Defecto de coloración de la madera, producido generalmente por hongos o por reacciones químicas de las sustancias de la misma o de la madera con los adhesivos.

2.1.17 *Sobrepuesto o montura.* Defecto debido a sobre posición de una junta lateral, que altera la uniformidad en el espesor del tablero contrachapado, dando lugar a un aumento localizado.

2.1.18 *Veta.* Figura que presenta las superficies de las chapas debida al corte de sus elementos constitutivos de distinta coloración al grano o por acción de ambos.

### 3. CLASIFICACIÓN

3.1 Los tableros contrachapados se clasifican en los siguientes tipos y grados:

3.1.1 *Tipo I.* Exterior a prueba de agua y para usos marinos, comprende cuatro grados: A, B, C e Industrial de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 4 y referido a la cara y contracara.

3.1.2 *Tipo II.* Para uso en interiores comprende cuatro grados: A, B, C e Industrial de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 4 y referido a la cara y contracara.

### 4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Las cintas adhesivas, cuando se emplean para juntas laterales o separación en las caras, deben quitarse al término del proceso y cuando se usen internamente estas pueden ser perforadas.

4.2 Los hilos adhesivos descritos en el numeral 2.1.11 deben cumplir con los requisitos descritos en el numeral 5.3.

4.3 La cara y contracara debe ser totalmente lijada y las cuatro esquinas deben estar cortadas en ángulo recto.

### 5. REQUISITOS ESPECÍFICOS

5.1 Los tableros deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

#### 5.2 Grados

5.2.1 *Grado A.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para la chapa grado A descrito en la NTE INEN 2 342.

5.2.2 *Grado B.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para la chapa grado B, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

5.2.3 *Grado C.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para el grado C, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

(Continúa)

TABLA 1

Defecto	Grado		
	B	C	INDUSTRIAL
<b>Natural</b>			
<b>Nudos:</b>			
Firmes	Se aceptan	Se acepta	Se aceptan
Sueltos	Se aceptan no agrupados, hasta de 20 mm de diámetro	Se aceptan	Se aceptan
Rajaduras	Se aceptan 4 rajaduras masilladas de 1 mm a 3 mm por 250 mm, en los extremos del tablero.	Se aceptan 4 rajaduras masilladas, de 25 mm x 250 mm, en el extremo del tablero.	Se aceptan
<b>Daños por insectos:</b>			
Pasador-polilla	Se aceptan máximo 5 masillados de 5 mm de diámetro	Se aceptan máximo 32 masillados de 5 mm de diámetro o hueco lineal de 20 mm.	Se aceptan
<b>Manchas:</b>			
Azules o grises	Se aceptan de 250 mm en los extremos del tablero.	Se aceptan	Se aceptan
<b>Otras manchas:</b>			
Por luz y procesamiento	Se aceptan	Se aceptan	Se aceptan
<b>Grano:</b>			
Alfado	Se aceptan hasta un 5 % del área del tablero.	Se aceptan	Se aceptan
Rayas	Se aceptan hasta dos por tablero.	Se aceptan	Se aceptan
<b>Por proceso:</b>			
afilado	Se aceptan máximo hasta de 5 mm en cada extremo.	Se aceptan	Se aceptan
caballo	1 en cada filo de 150 mm de longitud	3 de hasta 200 mm de longitud	Se aceptan
quemado	No se aceptan	Se acepta hasta 100 mm en los extremos del tablero	Se aceptan
Falta de cara	1 de 5 mm por 50 mm	10 mm en todo el contorno	Se aceptan
<b>Túnel (falta de alma)</b>			
pendeado	No se acepta	Hasta 10 mm por 200 mm	Se aceptan
	Se acepta hasta 5 mm	Se acepta hasta 20 mm	Se aceptan

5.2.4 Grado Industrial. Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para el grado industrial, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

5.3 Alma. Podrá estar constituida por chapas de cualquier grado de calidad NTE INEN 2 342 siempre que no alteren la superficie plana, ni la resistencia de la lámina.

5.4 Adhesivos. Los adhesivos usados, ya sean de resinas sintéticas u otro tipo, resistirán las pruebas descritas en la NTE INEN de métodos de ensayo.

5.5 Humedad del tablero terminado. El tablero terminado contendrá un porcentaje de humedad en base seca, no menor de 6% ni mayor de 15 %, en el momento de salir de la fábrica, cuando se ensayen de acuerdo con la NTE INEN de métodos de ensayo.

(Continúa)

### 5.6 Resistencia al esfuerzo de cizallamiento.

5.6.1 Para el tipo I. Después de ser sometido al ensayo cumplirá con los requisitos de resistencia mínima al cizallamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la NTE INEN de métodos de ensayo.

5.6.2 Para el tipo II. Las piezas ensayadas según el procedimiento descrito en la NTE INEN de métodos de ensayo, no mostrarán una deslaminación mayor de 6 mm de profundidad en una longitud de 51 mm.

### 5.7 Dimensiones de los tableros

5.7.1 Espesor. Para los tableros lijados por una de las caras, o por ambas, será el nominal, con una tolerancia de  $\pm 0,2$  mm hasta espesores de 7 mm y de  $-0,5$  mm,  $+0,2$  mm para tableros con espesores mayores a 7 mm.

La medida del espesor debe efectuarse aproximadamente en el punto medio de uno de los extremos del tablero. Si esta medida está por fuera de las tolerancias, se debe tomar tres medidas adicionales, así: Una en el punto medio del extremo opuesto y otra en los puntos medios de cada lado. El promedio de las cuatro medidas, se toma como el espesor del tablero.

5.7.2 Largo y ancho. Serán los nominales dentro de una tolerancia de  $\pm 2,0$  mm.

5.8 Los niveles de emisión de formaldehídos de la madera contrachapada deben ser de máximo 10 mg/100 g, de madera contrachapada seca por el método del perforador o 0,3 mg/kg máximo, por el método de la cámara grande.

## 6. INSPECCIÓN

6.1 Para efectos de certificación del producto bajo esta norma se aplicará el siguiente muestreo.

6.1.1 Muestreo. Para determinar si un lote cumple con los requisitos exigidos en la presente norma, debe aplicarse el procedimiento que se indica a continuación:

6.1.1.1 Tomar al azar, de un lote, una muestra constituida por el número de tableros indicados en la tabla 2 y someterlas a inspección y ensayos.

TABLA 2

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	Ac	Re
Menor o igual a 1000	2	0	1
Más de 1000	5	1	2

6.1.2 Sin embargo el plan de muestreo que consiste en el tamaño de la muestra y los criterios de aceptación y rechazo podrá ser en función del nivel de inspección previamente acordado entre el comprador y proveedor.

### 6.2 Aceptación y rechazo

6.2.1 Conformidad con norma. Se considera que el lote cumple con los requisitos descritos en los numerales 4 y 5 de esta norma, si después de la inspección y los ensayos no se encuentran unidades defectuosas en un número mayor del indicado en la tabla 2.

(Continúa)

## 7. ROTULADO

7.1 En las contracaras deberán hacerse las siguientes indicaciones como mínimo:

- Nombre o marca comercial del fabricante
- Clase de madera empleada (si es decorativa)
- Tipo de tablero y su grado. Ejemplo: Tipo I, Grado A
- Largo, ancho, y espesor del tablero, expresado en SI (Sistema Internacional)

7.2 Cuando se entregue el producto en paquetes, en la planilla deberá aparecer:

- Número de tableros
- Espesor nominal, largo y ancho de los tableros, expresados en SI (Sistema Internacional)
- Tipo de tablero y su grado. Ej. Tipo I, grado A
- Clase de madera empleada (si es decorativa)

(Continúa)

**APENDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTAR**

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 892:1983 *Tableros de madera contrachapada. Clasificación por sus caras.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 158:1984 *Maderas. Terminología.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 342:2002 *Maderas. Chapas. Requisitos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

- Norma Colombiana NTC 698 *Maderas. Madera contrachapada.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Bogotá. 1997.
- Norma Americana ANSHPVA HP-1 *For Hardwood and Decorative Plywood.* American National Standard Institute, Inc. New York N.Y U.S. A. 1994.
- Norma UNE 56 704 *Tableros de madera contrachapados. Clasificación por sus caras.* Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR. Madrid, 1999.
- Norma UNE 56 706 *Tableros de madera contrachapados. Dimensiones.* Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR. Madrid, 1999.
- Norma ISO 1098. *Veneer plywood for general use – General requirements.* International Organization for Standardization. Ginebra, 1975.
- Norma IHPA *Procurement Standard for imported hardwood plywood.* The International Wood Products Association. Alexandria, Virginia. USA, 1997.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 900	TÍTULO: TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. REQUISITOS.	Código: AG 05.03-401
----------------------------	--	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2001-01-10	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No.                    de publicado en el Registro Oficial No.                    de  Fecha de iniciación del estudio:
---	---

Fecha de consulta pública: de                    a

Subcomité Técnico: TABLEROS DE MADERA  
Fecha de iniciación: 2001-06-21  
Integrantes del Subcomité Técnico:                    Fecha de aprobación: 2002-10-02

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Manuel Freile (Presidente)	PLYWOOD ECUATORIANA S.A.
Ing. Viracino Noriega	ENDESA-BOTROSA
Ing. Rafael Díaz	NOWOPAN DEL ECUADOR
Ing. Luis Fernando Benítez	CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO
Ing. Pablo Albornoz	EDIMCA
Ing. Carlos Valencia	MINISTERIO DEL AMBIENTE
Ing. Edgar Viquez	AIMA
Ing. Patricio Argandoña	AGLOMERADOS COTOPAXI
Ing. Fernando Villacís	COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL ECUADOR
Arq. Luis Fernando Moreno (Secretario Técnico)	INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2003-09-30

Oficializada como: Voluntaria                    Por Acuerdo Ministerial No. 03579 de 2003-11-25  
Registro Oficial No. 228 de 2003-12-09





**ANEXO K: Hoja de Control del Encolado**



# ENCOLADO

AÑO    MES    DÍA  
 FECHA:

ESPESOR DEL TABLERO	NUMERO DE GUÍA	HORA	MADERA		COLA		PESO DEL ALMA			DIMENSIONES		ESPARCIMIENTO (g/m <sup>2</sup> )	ENCOLADORA
			Especie	Espesor del alma	Viscosidad (s)	Temp. (°C)	Peso sin cola (g)	Peso con cola (g)	Diferencia (g)	Largo (m)	Ancho (m)		
		07H00											
		08H00											
		09H00											
		10H00											
		11H00											
		12H00											
		13H00											
		14H00											
		15H00											
		16H00											
		17H00											
		18H00											
		19H00											
		20H00											
		21H00											
		22H00											
		23H00											
		24H00											
		01H00											
		02H00											
		03H00											
		04H00											
		05H00											
		06H00											

Im.087L

Versión No. 1

CC-FD-96-11

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR - TURNO No. 1

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR - TURNO No. 2

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR - TURNO No. 3

ANEXO L: Hoja de Control de Pre prensado



**CONTROL DE PRE PRENSADO** Nº 000000

FECHA: 

AÑO	MES	DÍA

CODIGO DE TABLERO	NUMERO DE GUÍA	HORA	REALIZADO POR	PRE PRENSA		CENTRADO SI/NO	TIEMPO min o seg	CALIDAD buena/mala	OBSERVACIONES
				Nº	Presión ( )				
		07H00							
		09H00							
		11H00							
		13H00							
		15H00							
		17H00							
		19H00							
		21H00							
		23H00							
		01H00							
		03H00							
		05H00							

Versión No. 1

CC-FO-96-12

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR  
TURNO Nº 1

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR  
TURNO Nº 2

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR  
TURNO Nº 3



ANEXO N: Hoja de Reporte de Prueba de Pegado y Contenido de Humedad



**REPORTE DE PRUEBA DE PEGADO  
Y-CONTENIDO DE HUMEDAD**

DOS CICLOS  TRES CICLOS

TIPO DE TABLERO  NUMERO DE GUIA  FECHA INICIO   
 FECHA DE PRODUCCION   FECHA TERMINACION

PRIMER CICLO		SEGUNDO CICLO		TERCER CICLO		LOTE
HORA	TEMPERATURA	HORA	TEMPERATURA	HORA	TEMPERATURA	
TOTAL						
PASAN		PASAN		PASAN		
RESULTADOS						
OBSERVACIONES						

Versión No. 1

CC-FO-97-23

REALIZADO POR \_\_\_\_\_



**REPORTE DE PRUEBA DE PEGADO  
Y CONTENIDO DE HUMEDAD**

DOS CICLOS  TRES CICLOS

TIPO DE TABLERO  NUMERO DE GUIA  FECHA INICIO   
 FECHA DE PRODUCCION   FECHA TERMINACION

PRIMER CICLO		SEGUNDO CICLO		TERCER CICLO		LOTE
HORA	TEMPERATURA	HORA	TEMPERATURA	HORA	TEMPERATURA	
TOTAL						
PASAN		PASAN		PASAN		
RESULTADOS						
OBSERVACIONES						

Versión No. 1

CC-FO-97-23

REALIZADO POR \_\_\_\_\_

ANEXO O: Tabla de Distribución Chi cuadrado

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2993	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365

