

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA  
ESPECIE DE MADERA DE PINO, EN EL ASERRADERO "SAN  
JORGE", EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JUAN PABLO RAFAEL ACEVEDO**

ASESORADO POR INGA. MARÍA DEL ROSARIO

COLMENARES SAMAYOA DE GUZMÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, agosto de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
VOCAL I:  
VOCAL II: Lic. Amahán Sánchez Álvarez  
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Celada  
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva  
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
EXAMINADOR: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas  
EXAMINADOR: Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
EXAMINADOR: Ing. William Abel Aguilar Vasquez  
SECRETARIO: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	XIV
<b>GLOSARIO</b> .....	XVII
<b>RESUMEN</b> .....	XXVII
<b>OBJETIVOS</b> .....	XXIV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XXVI

### 1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Especificaciones generales de la madera de especie de pino.....	1
1.1.1. Definición de madera de especie de pino.....	1
1.1.2. Propiedades físicas de la madera de especie de pino.....	1
1.1.3. Crecimiento secundario.....	2
1.1.3.1. Desarrollo del crecimiento primario y secundario del árbol de pino.....	2
1.1.4. Albura y duramen.....	4
1.1.5. Estructura del xilema secundario .....	5
1.1.5.1. Sistema vertical, longitudinal o axial.....	5
1.1.5.2. Sistema horizontal, transversal o radial.....	5
1.1.5.2.1. Partes del tronco del árbol de la especie de pino.....	5
1.1.6. Defectos naturales en la madera.....	6
1.1.6.1. Características de los defectos naturales.....	7
1.1.6.1.1. La madera juvenil.....	7

1.1.6.1.2.	Nudos.....	7
1.1.6.1.3.	Vetas en forma de espiral.....	9
1.1.6.1.4.	Control para las vetas en la madera.....	9
1.1.6.1.5.	Grietas .....	10
1.1.6.1.6.	Rajaduras en los anillos .....	10
1.1.6.2.	Controles para la reacción de la madera.....	11
1.1.6.2.1.	Defectos del apilado.....	11
1.1.6.2.2.	Controles de la madera húmeda.....	12
1.1.6.2.3.	Defectos del secado.....	12
1.1.6.2.3.1.	Manchas superficiales.....	13
1.1.6.2.3.2.	Grietas en los extremos.....	14
1.1.6.2.3.3.	Defectos durante el proceso de secado .....	14
1.1.6.3.	Estrés en la madera.....	15
1.1.6.3.1.	Definición.....	15
1.1.6.3.2.	Tensiones del crecimiento .....	16
1.1.6.3.3.	Acondicionamiento.....	17
1.1.6.3.4.	Ecualización.....	17
1.2.	Principios de la gestión de la calidad.....	18
1.2.1.	Principio 1: Enfoque al cliente.....	18
1.2.1.1.	Beneficios claves.....	18
1.2.1.2.	La aplicación del principio enfocado al cliente.....	19
1.2.2.	Principio 2: Liderazgo.....	19
1.2.2.1.	Beneficios claves.....	19
1.2.2.2.	La aplicación del principio de liderazgo.....	20
1.2.3.	Principio 3: Participación del personal.....	21
1.2.3.1.	Beneficios claves.....	21

1.2.3.2.	La aplicación del principio de participación del personal.....	21
1.2.4.	Principio 4: Enfoque basado en procesos.....	22
1.2.4.1.	Beneficios claves.....	22
1.2.4.2.	La aplicación del principio del enfoque basado en proceso .....	22
1.2.5.	Principio 5: Enfoque de sistema para la gestión.....	23
1.2.5.1.	Beneficios claves.....	23
1.2.5.2.	La aplicación del principio enfoque de sistema para la gestión.....	24
1.2.6.	Principio 6: Mejora continua.....	24
1.2.6.1.	Beneficios claves.....	24
1.2.6.2.	La aplicación del principio de mejora continua.....	25
1.2.7.	Principio 7: Enfoque basado en hechos para la toma de decisión... ..	25
1.2.7.1.	Beneficios claves.....	26
1.2.7.2.	La aplicación del principio enfoque basado en hechos para la toma de decisiones .....	26
1.2.8.	Principio 8: Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor..	27
1.2.8.1.	Beneficios claves.....	27
1.2.8.2.	La aplicación del principio de relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.....	27
1.3.	Sistemas de gestión de la calidad.....	28
1.3.1.	Planificación de la realización del producto.....	28
1.3.2.	Planificación del diseño y desarrollo.....	29
1.3.3.	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo.....	29
1.3.4.	Resultados del diseño y desarrollo.....	30
1.3.5.	Revisión del diseño y desarrollo.....	31

1.3.6.	Verificación del diseño y desarrollo.....	31
1.3.7.	Validación del diseño y desarrollo.....	32
1.3.8.	Control de los cambios del diseño y desarrollo.....	32
1.3.9.	Control de los dispositivos de seguimiento y de medición.....	32
1.4.	Medición, análisis y mejora.....	34
1.4.1.	Generalidades.....	34
1.4.2.	Seguimiento y medición.....	34
1.4.2.1.	Satisfacción del cliente.....	35
1.4.2.2.	Auditoría interna.....	35
1.4.2.3.	Seguimiento y medición de los procesos.....	36
1.4.2.4.	Seguimiento y medición del producto.....	37
1.4.3.	Control del producto no conforme.....	37
1.4.4.	Análisis de datos.....	38
1.4.5.	Mejora.....	39
1.4.5.1.	Acción preventiva .....	39
1.4.5.2.	Acción correctiva.....	39
1.4.5.3.	Mejora continua.....	40

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

2.1.	Descripción de la empresa.....	41
2.1.1.	Historia.....	41
2.1.2.	Naturaleza.....	42
2.1.3.	Ubicación geográfica.....	42
2.1.4.	Dirección del Aserradero San Jorge.....	43
2.1.5.	Tamaño empresarial.....	43
2.1.6.	Tamaño físico.....	43

2.1.7.	Aspectos legales.....	43
2.1.8.	Requisitos para una empresa maderera.....	44
2.1.8.1.	Para bosques y tierras de vocación forestal.....	44
2.1.8.2.	Para industria, depósito y aserraderos estacionarios.....	44
2.1.9.	Análisis geográfico del departamento de Jalapa.....	45
2.1.10.	Análisis del medio ambiente.....	45
2.2.	Análisis F.O.D.A.....	46
2.2.1.	Fortalezas.....	46
2.2.2.	Oportunidades.....	47
2.2.3.	Debilidades.....	47
2.2.4.	Amenazas.....	47
2.3.	Perfil del Aserradero San Jorge.....	48
2.3.1.	Filosofía del Aserradero San Jorge.....	48
2.3.1.1.	Visión.....	48
2.3.1.2.	Misión.....	49
2.3.1.3.	Valores.....	49
2.3.2.	Eslogan.....	49
2.3.3.	Logotipo.....	50
2.3.3.1.	Descripción del logotipo.....	50
2.3.3.1.1.	Sierra circular.....	50
2.3.3.1.2.	Nombre de la empresa.....	50
2.3.3.1.3.	Eslogan.....	51
2.3.3.1.3.1.	Significado del eslogan....	51
2.3.3.1.4.	Tres pinos de color verde.....	51
2.4.	Análisis de la industria en el departamento de Jalapa.....	51
2.4.1.	Competidores.....	51
2.4.1.1.	Aserradero San Francisco.....	52

2.4.1.2.	Aserradero CIEMA.....	52
2.4.1.3.	Aserradero El Roble.....	52
2.5.	Comparación de precios en la industria maderera de la especie de pino, del departamento de Jalapa.....	53
2.6.	Organigrama.....	53
2.6.1.	Descripción de puestos.....	54
2.6.1.1.	Gerente general.....	54
2.6.1.1.1.	Descripción general del puesto.....	54
2.6.1.1.2.	Especificaciones generales del puesto.....	55
2.6.1.1.2.1.	Atribuciones.....	55
2.6.1.1.2.2.	Relaciones de trabajo.....	55
2.6.1.1.2.3.	Autoridad.....	55
2.6.1.1.3.	Perfil del puesto.....	56
2.6.1.1.4.	Características deseables.....	56
2.6.1.2.	Administrador.....	56
2.6.1.2.1.	Descripción general del puesto.....	56
2.6.1.2.2.	Especificaciones generales del puesto.....	57
2.6.1.2.2.1.	Atribuciones.....	57
2.6.1.2.2.2.	Relaciones de trabajo.....	57
2.6.1.2.2.3.	Autoridad.....	58
2.6.1.2.3.	Perfil del puesto.....	58
2.6.1.2.4.	Características deseables.....	58
2.6.1.3.	Secretaria.....	58
2.6.1.3.1.	Descripción general del puesto.....	59
2.6.1.3.2.	Especificaciones generales del puesto.....	59
2.6.1.3.2.1.	Atribuciones.....	59
2.6.1.3.2.2.	Relaciones de trabajo.....	59



2.6.1.3.2.3.	Autoridad.....	59
2.6.1.3.3.	Perfil del puesto.....	59
2.6.1.3.4.	Características deseables.....	60
2.6.1.4.	Aserrador.....	60
2.6.1.4.1.	Descripción general del puesto.....	60
2.6.1.4.2.	Especificaciones generales del puesto.....	60
2.6.1.4.2.1.	Atribuciones.....	61
2.6.1.4.2.2.	Relaciones de trabajo.....	61
2.6.1.4.2.3.	Autoridad.....	61
2.6.1.4.3.	Perfil del puesto.....	61
2.6.1.4.4.	Características deseables.....	61
2.6.1.5.	Afilador.....	62
2.6.1.5.1.	Descripción general del puesto.....	62
2.6.1.5.2.	Especificaciones generales del puesto.....	62
2.6.1.5.2.1.	Atribuciones.....	62
2.6.1.5.2.2.	Relaciones de trabajo.....	62
2.6.1.5.2.3.	Autoridad.....	62
2.6.1.5.3.	Perfil del puesto.....	63
2.6.1.5.4.	Características deseables.....	63
2.6.1.6.	Mecánico.....	63
2.6.1.6.1.	Descripción general del puesto.....	63
2.6.1.6.2.	Especificaciones generales del puesto.....	63
2.6.1.6.2.1.	Atribuciones.....	64
2.6.1.6.2.2.	Relaciones de trabajo.....	64
2.6.1.6.2.3.	Autoridad.....	64
2.6.1.6.3.	Perfil del puesto.....	64
2.6.1.6.4.	Características deseables.....	64

2.6.1.7. Ayudante.....	65
2.6.1.7.1. Descripción general del puesto.....	65
2.6.1.7.2. Especificaciones generales del puesto.....	65
2.6.1.7.2.1. Atribuciones.....	65
2.6.1.7.2.2. Relaciones de trabajo.....	66
2.6.1.7.2.3. Autoridad.....	66
2.6.1.7.3. Perfil del puesto.....	66
2.6.1.7.4. Características deseables.....	66
2.6.1.8. Guardián.....	66
2.6.1.8.1. Descripción general del puesto.....	67
2.6.1.8.2. Especificaciones generales del puesto.....	67
2.6.1.8.2.1. Atribuciones.....	67
2.6.1.8.2.2. Relaciones de trabajo.....	67
2.6.1.8.2.3. Autoridad.....	67
2.6.1.8.3. Perfil del puesto.....	67
2.6.1.8.4. Características deseables.....	68
2.7. Descripción de maquinaria.....	68

### **3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL ASERRADERO SAN JORGE**

3.1. Plano actual del Aserradero San Jorge.....	69
3.2. Plano propuesto del Aserradero San Jorge.....	69
3.3. Organigrama propuesto para el Aserradero San Jorge.....	71
3.4. Organigrama del departamento de aseguramiento de calidad en Aserradero San Jorge.....	72
3.4.1. Descripción de puestos.....	72

3.4.1.1. Gestor de calidad y jefe de aseguramiento de calidad.....	72
3.4.1.1.1. Descripción general del puesto.....	73
3.4.1.1.2. Especificaciones generales del puesto.....	73
3.4.1.1.2.1. Atribuciones.....	73
3.4.1.1.2.2. Relaciones de trabajo.....	74
3.4.1.1.2.3. Autoridad.....	74
3.4.1.1.3. Perfil del puesto.....	74
3.4.1.1.4. Características deseables.....	74
3.4.1.2. Analista de calidad.....	75
3.4.1.2.1. Descripción general del puesto.....	75
3.4.1.2.2. Especificaciones generales del puesto.....	75
3.4.1.2.2.1. Atribuciones.....	75
3.4.1.2.2.2. Relaciones de trabajo.....	76
3.4.1.2.2.3. Autoridad.....	76
3.4.1.2.3. Perfil del puesto.....	76
3.4.1.2.4. Características deseables.....	77
3.4.1.3. Supervisor e inspector de materia prima.....	77
3.4.1.3.1. Descripción general del puesto.....	77
3.4.1.3.2. Especificaciones generales del puesto.....	77
3.4.1.3.2.1. Atribuciones.....	78
3.4.1.3.2.2. Relaciones de trabajo.....	78
3.4.1.3.2.3. Autoridad.....	78
3.4.1.3.3. Perfil del puesto.....	79
3.4.1.3.4. Características deseables.....	79
3.4.1.4. Supervisor e inspector de corte basto.....	79
3.4.1.4.1. Descripción general del puesto.....	80
3.4.1.4.2. Especificaciones generales del puesto.....	80

3.4.1.4.2.1.	Atribuciones.....	80
3.4.1.4.2.2.	Relaciones de trabajo.....	80
3.4.1.4.2.3.	Autoridad.....	81
3.4.1.4.3.	Perfil del puesto.....	81
3.4.1.4.4.	Características deseables.....	82
3.4.1.5.	Supervisor e inspector de maquinado.....	82
3.4.1.5.1.	Descripción general del puesto.....	82
3.4.1.5.2.	Especificaciones generales del puesto.....	82
3.4.1.5.2.1.	Atribuciones.....	83
3.4.1.5.2.2.	Relaciones de trabajo.....	83
3.4.1.5.2.3.	Autoridad.....	83
3.4.1.5.3.	Perfil del puesto.....	84
3.4.1.5.4.	Características deseables.....	84
3.5.	Diagrama de flujo de operaciones.....	84
3.5.1.	Diagrama actual de flujo de operaciones.....	85
3.5.2.	Diagrama propuesto de flujo de operaciones.....	87
3.6.	Diagrama de proceso de operaciones.....	89
3.6.1.	Diagrama actual de proceso de operaciones.....	89
3.6.2.	Diagrama propuesto de proceso de operaciones.....	91
3.7.	Análisis de los diagramas actual y propuesto de operaciones.....	93
3.8.	Descripción de operaciones de control de calidad.....	93
3.8.1.	Secado de la madera en hornos.....	94
3.8.2.	Pruebas estrés.....	95
3.8.2.1.	Prueba transversal.....	95
3.8.2.2.	Prueba de longitudinal.....	96
3.8.3.	Clasificación de calidad de la madera.....	96

3.8.3.1. Tipos de clasificación de calidad de las piezas de madera de especie de pino.....	96
3.8.3.2. Intervalos de calidad para la aceptación de las piezas de madera de especie de pino.....	98
3.8.4. Control de la humedad en el proceso de secado.....	19
3.8.4.1. Selección de piezas.....	100
3.8.4.2. Control de piezas de 2 pulgadas.....	100
3.8.1.4.3. Control de piezas de 28 pulgadas.....	101
3.8.5. Importancia de las operaciones de control de calidad.....	101

#### **4. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EL ASERRADERO SAN JORGE**

4.1. Manual de control de calidad.....	103
4.2. Inspección de calidad de madera.....	103
4.2.1. Descripción de la inspección de calidad de madera .....	103
4.2.2. Instructivo de inspección de calidad de madera.....	104
4.2.3. Importancia de la inspección de calidad de madera.....	106
4.3. Muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas.....	106
4.3.1. Descripción del muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas.....	106
4.3.2. Instructivo para el muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas.....	107
4.3.3. Importancia del muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas.....	108
4.4. Manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas.....	109
4.4.1. Descripción del manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas.....	109
4.4.2. Instructivo para el manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas..	110
4.4.3. Importancia del manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas.....	115
4.5. Pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas.....	115

4.5.1. Descripción del pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas.....	115
4.5.2. Instructivo para el pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas.....	116
4.5.3. Importancia del pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas.....	122
4.6. Inspección de prueba de estrés.....	122
4.6.1. Descripción de la inspección de prueba de estrés.....	122
4.6.2. Instructivo para la inspección de prueba de estrés.....	123
4.6.3. Importancia de la inspección de prueba de estrés.....	126

## **5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD**

5.1. Calidad de piezas de madera de la especie de pino.....	127
5.1.1. Registro de calidad de pino.....	127
5.1.2. Gráficas del control de calidad para las piezas de la especie de pino...	128
5.1.3. Descripción de los datos obtenidos en el control de piezas de la especie de pino.....	129
5.2. Proceso de secado en el horno.....	129
5.2.1. Registro del control de proceso de secado en el horno.....	129
5.2.2. Gráficas del control de proceso de secado en el horno.....	131
5.2.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de proceso de secado en el horno.....	132
5.2.4. Análisis del acondicionamiento y ecualización en el proceso de secado.....	132
5.3. Contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos.....	132

5.3.1. Registro del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos.....	133
5.3.2. Gráficas del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos.....	134
5.3.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos.....	136
5.4. Prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas.....	137
5.4.1. Registro del control de prueba alterna en horno seco de piezas 2 pulgadas.....	137
5.4.2. Gráficas del control de prueba alterna en horno seco de piezas De 2 pulgadas.....	138
5.4.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas.....	139
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>147</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURA

1	Ilustración del crecimiento primario	2
2	Ilustración del crecimiento secundario	3
3	Partes del tronco del árbol de la especie de pino	6
4	Cada tronco tiene igual volumen de madera juvenil	7
5	Nudo muerto o suelto	9
6	Nudo vivo o ajustado	9
7	Ilustración de las vetas	9
8	Ilustración de las grietas	10
9	Ilustración de las rajaduras	11
10	Forma inadecuada de apilado de piezas de madera	12
11	Grietas superficiales	13
12	Manchas superficiales de la madera	13
13	Grietas en extremos no visibles	14
14	Panel de grietas de extremos	14
15	Torcedura encorvada	15
16	Torcedura con curvatura	15
17	Torcedura levantamiento de cuarta esquina	15
18	Torcedura de taza	16
19	Efectos del viento en el árbol de pino	16
20	Tensiones de crecimiento	16
21	Reparaciones de tensiones de secado con respecto al margen de humedad	18
22	Logotipo del Aserradero San Jorge	52

23	Organigrama actual del Aserradero San Jorge	56
24	Planta actual del Aserradero San Jorge	71
25	Planta propuesta para el Aserradero San Jorge	72
26	Organigrama propuesto	73
27	Organigrama del departamento de aseguramiento de calidad	74
28	Prueba de transversal o de horquilla	97
29	Prueba longitudinal	98
30	Ejemplo de calidad "A"	106
31	Ejemplo de calidad "B"	106
32	Ejemplo de calidad "C"	107
33	Ejemplo de calidad "Z"	107
34	Piezas de 30 pulgadas	110
35	Ilustración de control de piezas de 30 pulgadas	110
36	Medidor de humedad digital	121
37	Manera de insertar el medidor de humedad digital en la pieza	122
38	Cantidad de madera (pies tablares) por calidad el primer registro	130
39	Cantidad de madera (pies tablares) por calidad el segundo registro	130
40	Peso de las piezas en el primer registro	133
41	Peso de las piezas en el segundo registro	133
42	Primer registro de contenido de humedad real y medido	136
43	Primer registro de contenido de tensiones de las piezas	137
44	Segundo registro de contenido de humedad real y medido	137
45	Segundo registro de contenido de tensiones de las piezas	138
46	Peso de las piezas en el primer registro de prueba alterna en horno	140
47	Peso de las piezas en el segundo registro de prueba alterna en horno	141

## TABLA

I	Comparación de precio de madera por pie cúbico	55
II	Descripción de maquinaria	70
III	Diagrama actual de flujo del curso del proceso	87
IV	Diagrama propuesto de flujo del curso del proceso	89
V	Diagrama actual de curso del proceso de operaciones	91
VI	Diagrama propuesto de curso del proceso de operaciones	93
VII	Clasificación por defectos de la madera de pino	101
VIII	Tecnología usada en el proceso de secado de madera	102
IX	Criterios y ponderación de pruebas de tensión	127
X	Primer registro de calidad de madera	129
XI	Segundo registro de calidad de madera	129
XII	Primer registro de secado de madera en horno	132
XIII	Segundo registro de secado de madera en horno	132
XIV	Primer registro del promedio del contenido de humedad (CH) de las piezas	135
XV	Primer registro de pruebas transversal y longitudinal	135
XVI	Segundo registro del promedio del contenido de humedad (CH) de las piezas	135
XVII	Segundo registro de pruebas transversal y longitudinal	136
XVIII	Primer registro de prueba alterna de hornos	139
XIX	Segundo registro de prueba alterna de hornos	140
XX	Toma de tiempos en el corte de troza de pino	149



## GLOSARIO

<b>Albura</b>	De albor; blancura, parte viva del leño de un árbol.
<b>Alcance</b>	Enunciado que describe las áreas, procesos, funciones y/o personal que aplicarán dicho documento.
<b>Anillo de crecimiento</b>	Marcas circulares que indican la posición del cámbium vascular al cese del crecimiento del año previo.
<b>Apotraqueal</b>	Parénquima leñoso que no se encuentra en contacto con los vasos.
<b>Areoladas</b>	Puntuación en la que la pared secundaria forma un ensanchamiento sobre la cavidad de la puntuación. Vista de frente se aprecian dos círculos concéntricos correspondientes a las aberturas externa e interna de la puntuación. Común en las traqueidas.
<b>Axial</b>	Situado en el eje.

<b>Cámbium</b>	Del latín <i>cambium</i> = intercambio, <i>vasculum</i> = pequeño vaso. En las plantas leñosas, capa de tejido meristemático entre el xilema y el floema, cuyas células se dividen por mitosis produciendo floema secundario hacia fuera y xilema secundario hacia adentro.
<b>Cilindro vascular</b>	Columna central formada por tejidos vasculares, rodeada por tejido parenquimático.
<b>Control de cambios</b>	Anotación de los cambios que ha sufrido el documento.
<b>Control de registros</b>	Debe indicar claramente el código y descripción de registros que genera el documento, la responsable de que se realicen los registros, lugar de permanencia del cartapacio, el acceso, y el tiempo de retención.
<b>Corcho</b>	Del latín <i>cortex</i> = corteza. La capa más externa de la corteza de las plantas en plantas leñosas; compuesta de células muertas. Tejido secundario, constituyente principal de la corteza, protege a los tejidos vasculares.

<b>Corteza</b>	La capa más externa del tronco de las plantas leñosas, compuesta por una capa externa de células muertas (corcho) y una interna de floema.
<b>Cortex</b>	En plantas la región del tronco o raíz rodeada externamente por la epidermis e internamente por el cilindro central de tejido vascular.
<b>Crecimiento secundario</b>	En las plantas, células producidas por el cámbium. Incremento periférico de la planta debido a la acción de los meristemas laterales, como el cámbium vascular. Las principales células producidas por crecimiento secundario forman el xilema secundario, más conocidas como madera.
<b>Crecimiento secundario típico</b>	Aquel que tiene un anillo cambial que forma xilema hacia adentro y floema por fuera.
<b>Crecimiento secundario anómalo</b>	Desviaciones del crecimiento secundario típico, ya sea por diferente funcionamiento del cámbium, o por aparición de varios cámbiumes.

<b>Dicotiledóneas</b>	Del griego <i>di</i> = doble, <i>kotyledon</i> = hueco en forma de copa. Uno de los dos tipos de plantas con flores; se caracterizan por tener dos cotiledones, órganos florales organizados en ciclos de cuatro o cinco y hojas con nervaduras reticuladas, incluyen a los árboles (excepto las coníferas), la mayoría de las plantas ornamentales, etc.
<b>Duramen</b>	Latín <i>durare</i> : endurecer, parte muerta del leño de un árbol, de mayor consistencia y color más oscuro.
<b>Epitelio</b>	Estrato de células parenquimáticas secretora que rodeen la cavidad de un canal resinífero.
<b>Esquizógeno</b>	Espacio originado por separación de las paredes de dos células continuas.
<b>Felógeno</b>	Meristema lateral secundario que origina el súber hacia fuera y felodermis hacia adentro.
<b>Fibras libriformes</b>	Fibras del leño.
<b>Fibras tabicadas o septadas</b>	Fibras de paredes poco engrosadas, citoplasma vivo dividido por finos septos.
<b>Heteroxilo</b>	Leño de características diversas, heterogéneo.



<b>Homoxilo</b>	Leño uniforme, homogéneo.
<b>Leño</b>	Del latín, <i>lignum</i> : madera, conjunto de elementos conductores lignificados. Tejidos secundarios producidos por el cámbium hacia el interior del mismo.
<b>Lignina</b>	Sustancia incrustante que acompaña a la celulosa en las paredes celulares. Forma hasta un 25 % de la madera seca.
<b>Paratraqueal</b>	Parénquima leñoso que rodea parcial o totalmente a los vasos.
<b>Peridermis</b>	Conjunto de tejidos secundarios formados por el felógeno que substituyen a la epidermis en el cuerpo secundario de la planta.
<b>Radios medulares</b>	Bandas radiales de tejido parenquimático, formadas por el cámbium hacia el xilema y el floema secundarios.
<b>Tíldes</b>	Excrecencias de las células parenquimáticas que rodean un miembro de vaso que penetran por las puntuaciones causando la obstrucción del mismo.
<b>Xilema</b>	Tejido formado por el cámbium, presenta vasos o traqueidas, parénquima xilemático y fibras leñosas.



## RESUMEN

Al conocer de la estructura de los árboles, especialmente de la especie de pino, conoceremos el comportamiento de las fibras a nivel microscópico y las partes que posee el tronco, tanto a nivel exterior como interior. Los defectos que se desarrollan durante el crecimiento del árbol, en el proceso de cubicación, corte de la troza y cuando se produce un apilado de manera incorrecta, al momento de llevarlas a bodega.

Con la creación de un sistema de control de calidad, se componen de varios elementos y etapas como mejora continua, auditorías, etc., en el cual se deben tener en cuenta los principios de calidad, para la implantación del sistema.

Para poder conocer el mercado en que se comercializa, es necesario realizar un análisis F.O.D.A., se describirán los principales competidores, con la comparación de precios tanto a nivel local, como departamental e internacional.

Al organigrama actual se agregó el departamento de aseguramiento de calidad, con los respectivos puestos para realizar el control de calidad, la descripción general del puesto, especificaciones generales, atribuciones, relaciones de trabajo, autoridad, perfil del puesto, características deseables.

Las actividades de control de calidad, realizarán sus respectivos diagramas por estación, con los que se incluirán inspecciones y operaciones de aseguramiento de calidad, agregando las operaciones de pruebas de estrés, tanto longitudinales como las transversales, además, los intervalos propuestos en la clasificación de las piezas aserradas por el cliente y el fabricante, para asegurar la estandarización de los productos.

En la elaboración del manual del departamento de aseguramiento de calidad, se realizarán los instructivos de las operaciones de control de calidad del Aserradero San Jorge, como las pruebas de tensión y compresión de la madera, el control de la humedad dentro de la pieza de madera y el horno, además de cómo se realizarán las actividades de selección de piezas de madera, los cuales definirán los criterios de aceptación y rechazo de las piezas de madera de la especie de pino.

El sistema de aseguramiento de calidad, se controlará y mejorará por medio de la base de datos proporcionados por los registros de las diferentes operaciones del sistema de control de calidad, como en la clasificación de madera según la cantidad de defectos y además el control de los formatos y registros, además se graficará el proceso de secado de la madera, en relación al peso y porcentaje de humedad, como alcanzar los niveles deseados de humedad, realizando un análisis de los datos obtenidos, para verificar y darle posteriormente el seguimiento.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un sistema de inspección de la calidad en los departamentos de materia prima y producción, por medio de operaciones de inspección y supervisión de aseguramiento del control de calidad, en el Aserradero San Jorge, en el departamento de Jalapa.

### **Específicos**

1. Graficar la calidad de madera y el comportamiento del proceso de secado de la especie de pino, dependiendo de la cantidad de humedad, porcentaje, peso y prueba alterna.
2. Documentar los instructivos de calidad de las operaciones, en el departamento de aseguramiento de calidad.
3. Implantar rutinas de inspección de calidad, los cuales deberán cumplir con los criterios y procesos estandarizados, en el departamento de aseguramiento de calidad y producción.
4. Elaborar diagramas de flujo y de proceso actual además de proponer diagramas con las operaciones de aseguramiento y control de calidad, del corte de la troza y secado de piezas de la especie de pino.

5. Implantar intervalos de rechazo según sus criterios, lo cuales se calificarían en críticos, mayores y menores, en la clasificación de piezas de madera de la especie de pino.
6. Desarrollar un sistema de operaciones de control y aseguramiento de calidad de la especie de pino de acuerdo a las características propias del pino (vetas, manchas, nudos, etc.).
7. Identificar las operaciones que requieran de inspecciones de control de calidad en los diferentes procesos de corte de troza y en la bodega de almacenamiento de piezas de especie de pino.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la calidad en los productos de madera procesada de la especie de pino, en la que sus propiedades son especificadas por la oferta y la demanda, lo que se busca es cumplir con productos estandarizados, estableciendo los intervalos de aceptación y rechazo del producto o servicio, con el objetivo de su fabricación.

En las etapas de producción como corte de la troza, y su apilamiento en bodega, se obtienen piezas de diferentes tamaños en las que se puede realizar un proceso de secado por medio de hornos, obteniendo registros del comportamiento de la cantidad de humedad; actualmente realiza su proceso de secado de manera artesanal, es decir al aire libre, pero controlar la humedad se dificulta por no tener una inspección dentro del proceso de secado.

Con la elaboración del sistema de control de calidad en el proceso del aserrado, deben aplicar calidad en los procesos, con lo cual se obtiene un valor agregado, logrando obtener una variedad de productos a seleccionar por el cliente, así como la capacidad de exportar en el futuro, con los estándares internacionales y poder obtener las certificaciones necesarias, obteniendo una mejora continua en su productividad.





## **1. ANTECEDENTES GENERALES.**

### **1.1. Especificaciones generales de la madera de especie de pino**

A continuación se describirán las propiedades y características de la madera de la especie de pino.

#### **1.1.1. Definición de madera**

Es un material duro que se encuentra debajo de la corteza de los vegetales, esta formado por las células muertas que constituyen los vasos leñosos, por donde asciende la savia bruta, y por las células vivas, alargadas y carentes de protoplasma que forman los vasos liberianos, por los que circula la savia elaborada. Esta compuesto esencialmente de celulosa, entre 40 y 60%, lignina, entre 15 y 30% y hemicelulosa, entre 15 y 20%.

La mejora constante de sus propiedades mediante tratamientos de toda índole, así como el uso de maquinaria ha hecho que continúe siendo uno de los materiales mas utilizados por el hombre.

#### **1.1.2. Propiedades físicas de la madera**

Las principales propiedades de la madera son su resistencia, su dureza, su rigidez y su densidad. Esta última suele indicar propiedades mecánicas, ya que cuanto más densa es la madera, su composición es más fuerte y dura.

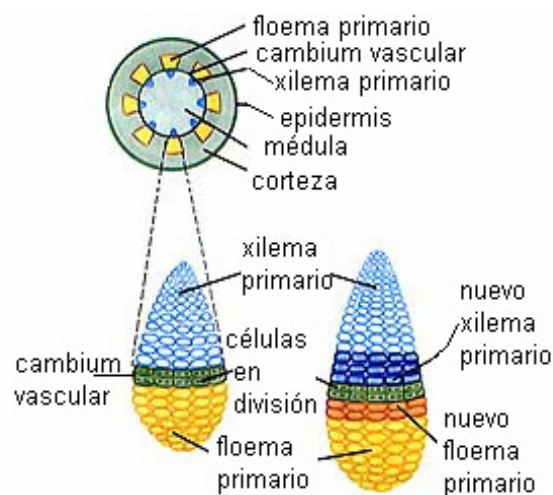
Entre sus cualidades resalta su resistencia a la compresión, que puede llegar a ser superior a la del acero, a la flexión, al impacto y a las tensiones, características que la transforman en un excelente material para diversas aplicaciones, desde la construcción de viviendas hasta la manufactura de objetos muy especializados.

### 1.1.3. Crecimiento secundario

El crecimiento secundario es producido por los meristemas secundarios: cámbium y felógeno (también llamado cámbium suberógeno). El cámbium aparece entre xilema y floema de los haces vasculares al final del crecimiento primario de la planta, produciendo xilema secundario hacia adentro y floema secundario hacia afuera.

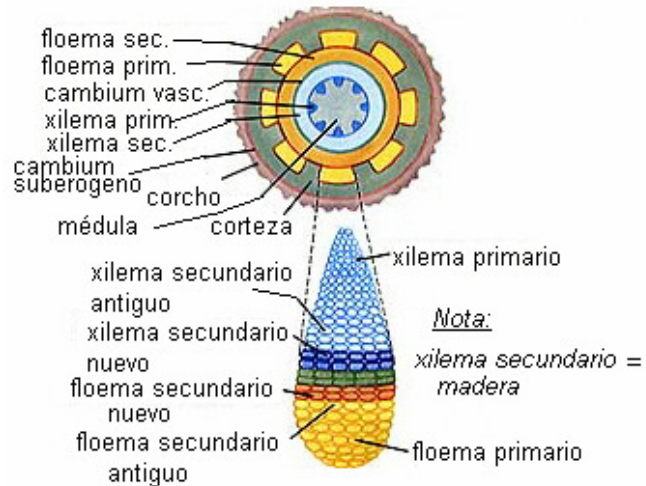
#### 1.1.3.1. Características microscópicas del crecimiento de primario y secundario del árbol de pino<sup>1</sup>.

Figura 1. Ilustración del crecimiento primario



<sup>1</sup> [http://www.biosci.uga.edu/almanac/bio\\_104/notes/apr\\_10.html](http://www.biosci.uga.edu/almanac/bio_104/notes/apr_10.html).

Figura 2. Ilustración del crecimiento secundario



Los cámbiumes de todos los haces vasculares se conectan, formando un cilindro vascular (anillo continuo) alrededor de planta, produciendo más xilema secundario hacia el interior del tallo y floema secundario hacia afuera. De este modo el tallo presenta los tejidos vasculares formando círculos concéntricos. Las partes vivas del tallo leñoso son las más próximas al cámbium.

El cámbium produce elementos de mayor diámetro en primavera (leño temprano) y de menor diámetro y paredes más gruesas en invierno (leño tardío); la actividad de todo el año forma así un anillo de crecimiento. Cada año se suma un nuevo anillo de crecimiento, los cuales pueden contarse a simple vista en el corte transversal de un tronco.

La presencia de radios medulares, que corren horizontalmente, desde el centro del tallo a la periferia, además de los anillos de crecimiento son las principales diferencias entre los tejidos vasculares del cuerpo primario de la planta y el xilema y floema formados por el cámbium.

#### **1.1.4. Albura y duramen**

Para analizar las características anatómicas de la madera, generalmente se observa al microscopio la parte correspondiente al leño; denominándose como tal al xilema secundario originado a partir del cámbium, meristemo lateral o secundario.

En la mayoría de los árboles la parte interna del leño cesa su actividad conductora y sus células vivas (parenquimáticas) mueren, debido fundamentalmente a ciertos cambios:

- Desintegración del protoplasma.
- Reforzamiento de las paredes con más lignina.
- Acumulación en el lumen o impregnación de las paredes con sustancias orgánicas e inorgánicas: taninos, aceites, gomas, resinas, colorantes, compuestos aromáticos, carbonato de calcio, silicio.
- Bloqueo de vasos con tálides.

El leño que ha sufrido estos cambios es el duramen, inactivo y más oscuro. Cuanto mayor es la impregnación, mayor es la resistencia a los microorganismos que provocan la pudrición.

La porción clara, externa, activa, con células vivas es la albura. La proporción albura-duramen varía en las distintas especies, como también varía el grado de diferenciación entre ambas.

### **1.1.5. Estructura del xilema secundario**

La estructura característica del xilema secundario es la existencia de dos sistemas de elementos, que difieren en la orientación de sus células: uno es horizontal y el otro es vertical.

#### **1.1.5.1. Sistema vertical o longitudinal o axial**

Son células o filas de células con el eje mayor orientado longitudinalmente, formado por elementos conductores no vivos y células vivas.

#### **1.1.5.2. Sistema horizontal o transversal o radial**

Son hileras de células orientadas radialmente, formado por células vivas principalmente, las células de los radios medulares.

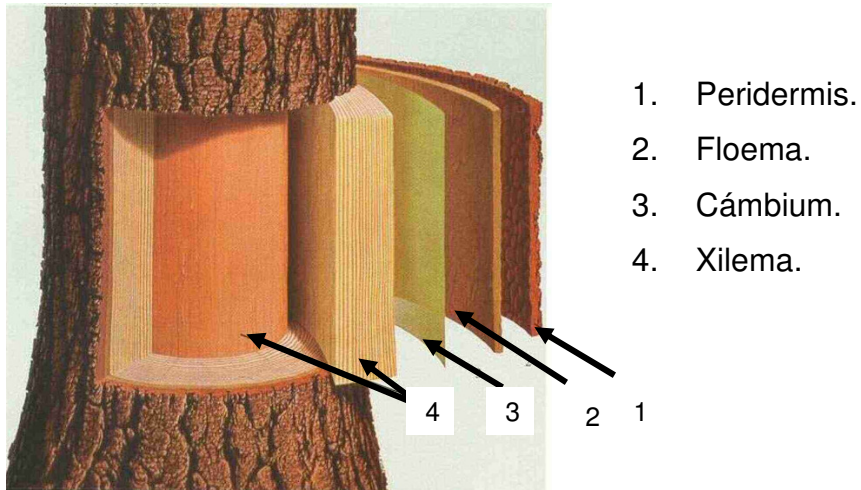
##### **1.1.5.2.1. Partes del tronco del árbol de la especie de pino<sup>2</sup>**

Las células vivas de los radios y del sistema axial se encuentran generalmente en conexión formando un sistema continuo.

---

<sup>2</sup><http://www2.cdepot.net/~walsen/worldofscience/index.html>

Figura 3. Partes del tronco del árbol de la especie de pino



El xilema secundario producido durante un período de crecimiento constituye una capa, que en corte transversal de tallo se llama anillo de crecimiento. Si se observa a simple vista tiene una parte clara, que es el leño temprano o de primavera, menos denso, con células de mayor diámetro y una parte oscura, que es el leño tardío, sus células son pequeñas y de paredes más gruesas. Esto ocurre generalmente en especies que viven en regiones templadas.

#### 1.1.6. Defectos naturales en la madera<sup>3</sup>

Durante el crecimiento todo árbol, se desarrollan defectos tantos de manera externa los cuales son producidos por el ambiente, como el viento, el suelo, la altura del terreno, etc., y las propias de la especie como las características botánicas, la densidad, la estructura celular, etc.

---

<sup>3</sup> Nota: es importante enfatizar que los defectos naturales comienzan cuando el árbol está vivo y no pueden ser eliminados, por ningún medio o procesos industrial.

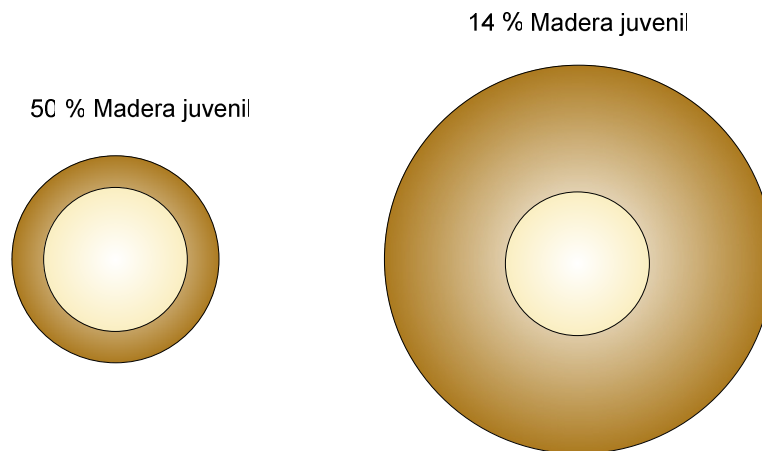
### 1.1.6.1. Características de los defectos naturales

Es importante mencionar los defectos que se presentan en la madera, la cuales pueden ser:

#### 1.1.6.1.1. La madera juvenil (Ver figura 4):

- De 5 a 20 anillos más cercanos a la medula.
- Mayor ángulo de microfibras en la capa.
- Longitud celular corta.
- Engrosamiento longitudinal grande.

Figura 4. Cada tronco tiene igual volumen de madera juvenil



#### 1.1.6.1.2. Nudos

Se forman donde las ramas se encuentran en el tronco del árbol, y se clasifican de la siguiente manera:

- **Punta o redondo (con orientación de corte):** forma de manera elíptica, el cual semeja a una punta o tiene orientación al corte, dependiendo de su tamaño se acepta o rechaza en la producción y control de calidad.
- **Perfecto:** nudo uno o varios en una sección de la superficie, que tiene forma circular casi perfecta, casi siempre aceptado en el control de calidad y producción.
- **Imperfecto:** nudo que no tiene una forma circular aceptable para el control de calidad, con regularidad se rechaza la superficie de la pieza.
- **Podrido:** nudo que debido a la acción de ciertas bacterias cambia la composición química y física de la madera.
- **Intercrecido:** es cuando la rama crece con corteza, dentro de la madera y por lo tanto tiende al desprendimiento.
- **Pequeño:** nudo de uno o varios en la superficie de la madera, que son aceptados regularmente, se utiliza en la decoración de los muebles.
- **Mediano:** nudo de uno o varios en la superficie de la madera, que son aceptados dependiendo de la cantidad y la forma.
- **Grande:** nudo de uno o varios en la superficie de la madera, que son rechazados en el control de calidad.
- **Vivo o ajustado (Ver figura 5):** es el nudo que ha sido rama hasta el momento del corte del árbol, por lo tanto esta fijo a la superficie de la madera.
- **Muerto o suelto (Ver figura 6):** es el nudo formado cuando el árbol su rama se seca o muere, por lo tanto tiende al desprendimiento de la superficie de la madera.



Figura 5. Nudo muerto o suelto

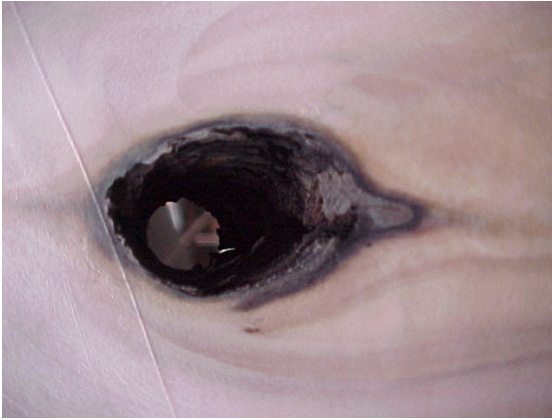


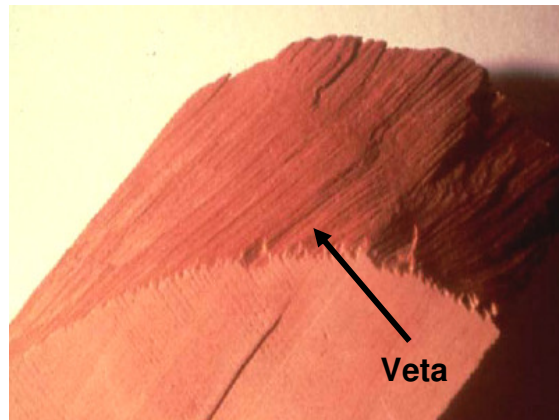
Figura 6. Nudo vivo o ajustado



#### 1.1.6.1.3. Vetas en forma de espiral( ver figura 7):

- Orientación helicoidal de las células de la madera.
- Pueden ir a la derecha o a la izquierda cuando el árbol es muy joven, luego cambia de dirección.

Figura 7. Ilustración de las vetas



#### 1.1.6.1.4. Control para las vetas en la madera

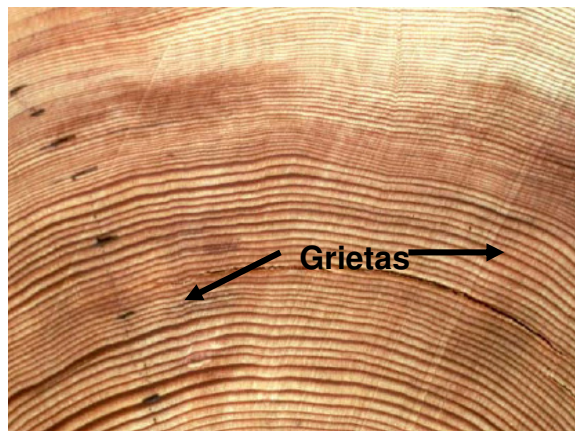
- Apilado.
- Carretas de horno con bastidores.

- Materiales susceptibles a torcer deben ir debajo de la torre de tarimas.

#### 1.1.6.1.5. Grietas (ver figura 8)

- Rajaduras a lo largo de los anillos.
- Causas por tensión de crecimiento.
- No existe ningún control del secado de la madera, es decir en el control de la temperatura del horno, como en la humedad de la madera.

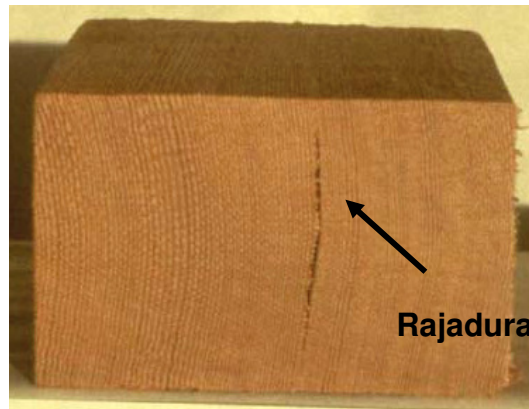
Figura 8. Ilustración de las grietas



#### 1.1.6.1.6. Rajaduras en los anillos (ver figura 9)

- Ocurren en el proceso del secado.
- Pueden ser causados por características propias de los anillos según la especie.
- Se observan siempre en el centro de las tablas.
- No pueden ser comparados con las grietas.

Figura 9. Ilustración de las rajaduras



#### 1.1.6.2. Controles para la reacción de la madera

- Apilado: la distancia entre los polines y la altura del apilado, denominado torre.
- Restricción superior: la cantidad a estibar la madera, es decir la altura máxima permitida en la torre.

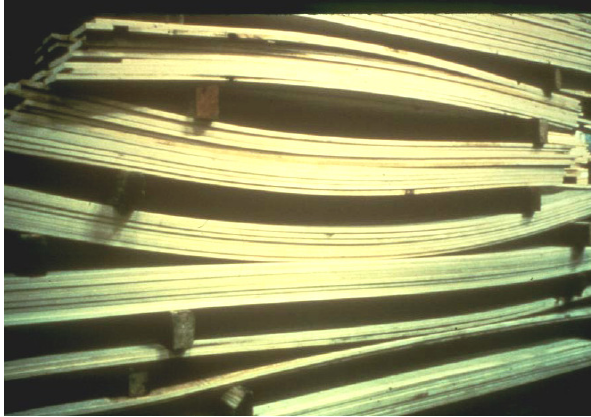
##### 1.1.6.2.1. Defectos del apilado

Es muy importante apilar de la manera especificada, tanto en intervalos de separación como las alturas de las torres, dependiendo siempre de la especie de madera, que además varían de acuerdo al grosor y polines<sup>4</sup>, para cuando la madera se encuentra verde o húmeda (Ver figura 10). La manera de evitar el defecto por apilado, es colocando de madera lineal los polines, es decir, que queden uno de bajo de otro separados por las piezas de madera.

---

<sup>4</sup> Piezas de madera que sirven para almacenar y separa las piezas de madera húmeda o seca.

Figura 10. Forma inadecuada de apilado de piezas de madera



#### **1.1.6.2.2. Controles de la madera húmeda**

La madera húmeda puede provocar que sufra cambios en las características propias de la especie por medio de las siguientes causas:

- Infección bacterial.
- Es frecuente en maderas duras, como en el pino.
- Las fosas son tapadas.
- Alto contenido de humedad.
- Color oscuro.

#### **1.1.6.2.3. Defectos del secado**

- Grietas en el extremo (ver figura 8.)
- Grietas superficiales (ver figura 11).
- Torcimiento de la forma de la madera, generalmente conocido como tensión.

Figura 11. Grietas superficiales



**1.1.6.2.3.1. Manchas superficiales (Ver figura 12)**

- Se desarrollan en madera recién cortada, comúnmente llamada verde.
- Cuando la madera se apila sólida por los largos periodos de tiempo.
- Cuando la madera apilada esta expuesta a humedad alta y aire caliente.

Figura 12. Manchas superficiales de la madera



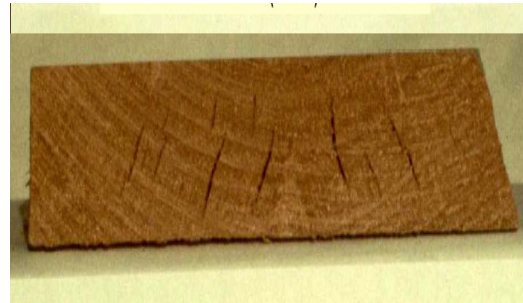
#### 1.1.6.2.3.2. Grietas en los extremos (Ver figura 13 y 14)

- Se desarrollan relativamente temprano en el secado, debido a un encogimiento diferencial entre las microfibras.
- La madera pierde humedad 10 veces más rápido a través de la veta en los extremos.
- La manera para que no se presente un agrietamiento en los extremos de las piezas de madera, consiste en aplicar una capa de cera, que sella los extremos.

Figura 13. Grietas en extremos no visibles



Figura 14. Panel de grietas de extremos



#### 1.1.6.2.3.3. Defectos durante el proceso de secado

Se desarrolla al final del secado, por el encogimiento diferencial en los planos, de largo, ancho, y grosor. Los cuales pueden generar vario tipos de torcedura en la madera:

Figura 15. Torcedura encorvada

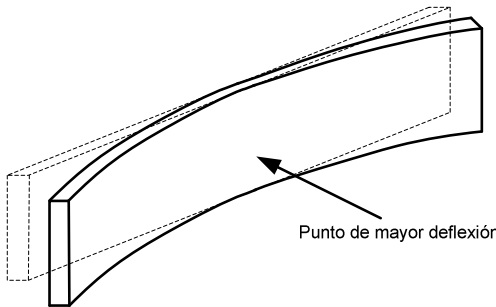


Figura 16. Torcedura con curvatura

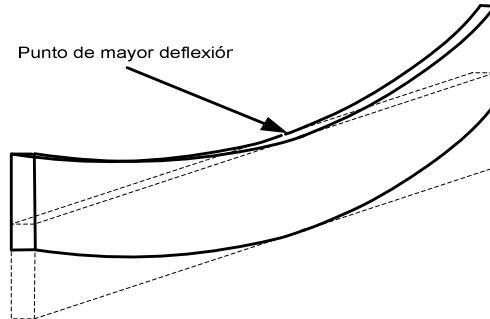


Figura 17. Torcedura levantamiento de cuarta esquina

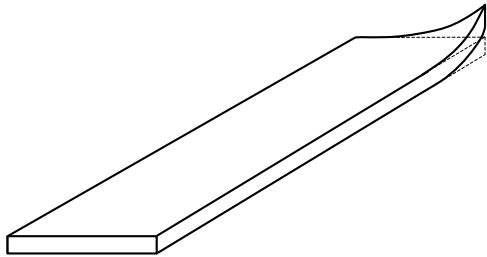
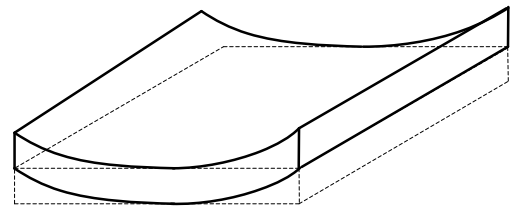


Figura 18. Torcedura de taza



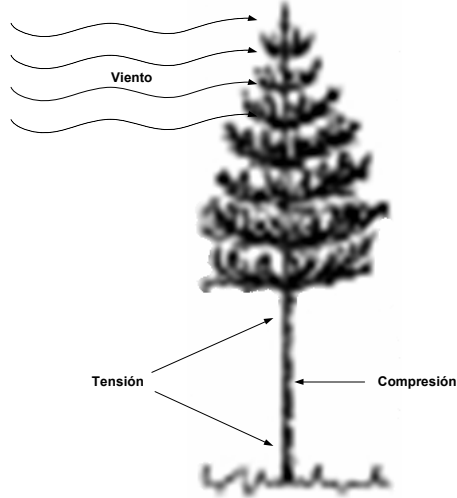
### 1.1.6.3. Estrés en la madera

Propiedad física de la madera y puede ser casi eliminada en el proceso de secado en hornos.

#### 1.1.6.3.1. Definición

Estrés en la madera: causada por las fuerzas del viento y la tensión y compresión que oponen las microfibras de la madera. Como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Efectos del viento en el árbol de pino



#### 1.1.6.3.2. Tensiones del crecimiento (ver figura 20)

- Las células se encogen en los estados finales.
- Tensiones longitudinales.
- Compresión cerca de la medula.
- Tensión cerca de la corteza.
- Encorvar y torcer después del aserrado.

Figura 20. Tensiones de crecimiento





Consiste en fuerzas de tensión y compresión generada dentro de las fibras de la madera, en el momento de estar en un proceso de secado, se observen con mayor intensidad. Por lo que se recomienda en el horno, realizar procesos que disminuyen sus propiedades, como la intensidad al punto de que las propiedades de la madera mejoren, en caso contrario aparecerá al momento de ser procesadas en las máquinas (sierra, canteadora, torno, etc.).

#### **1.1.6.3.3. Acondicionamiento.**

Se desarrolla al final del proceso de secados en los hornos, esta etapa se desarrolla cuando se ha alcanzado el nivel más bajo de humedad CH<sup>5</sup> (contenido de humedad), con lo cual se ingresa aire húmedo y se alcanza el nivel deseado de CH = (7 y 8) % aproximadamente, es cuando realiza la compresión, las tensiones en la superficie de madera, con lo que se puede doblar hacia adentro al momento de maquinar.

#### **1.1.6.3.4. Ecuilización.**

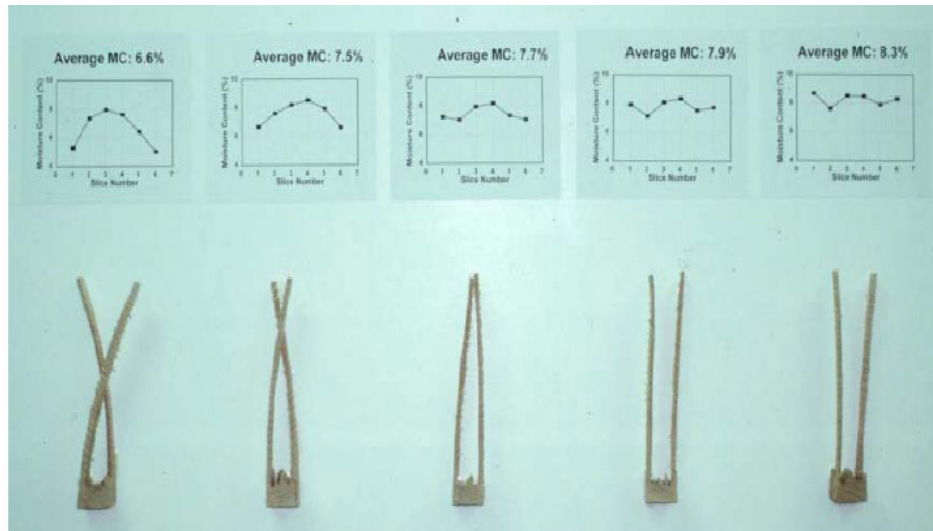
Se desarrolla cuando el nivel de CH (Humedad en la madera), es el más bajo, entonces se regula la temperatura del horno, por lo tanto en esta fase del proceso se debe de tener cuidado, porque pueden variar las propiedades de la madera y la cuales no se pueden recuperar. Ver figuras 20 y 21<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Contenido de humedad, también se conoce con las siglas MC (Moisture Content)

<sup>6</sup> Universidad del Estado de Louisiana. Degradación de la Madera.

Figura 21. Reparaciones de tensiones de secado con respecto al margen de humedad



## 1.2. Principios de la gestión de la calidad<sup>7</sup>

Es necesario en los procesos, actividades y controles de calidad, enfocarse a los elementos que intervienen:

### 1.2.1. Principio 1: Enfoque al cliente

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el enfoque al cliente:

#### 1.2.1.1. Beneficios claves

- Aumento de los ingresos y de la cuota de mercado a través de una respuesta flexible y rápida a las oportunidades del mercado.

<sup>7</sup> AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación

- Aumento de la eficacia en el uso de los recursos de una organización para aumentar la satisfacción del cliente.
- Mejora de la fidelidad del cliente, lo cual conduce a la continuidad en los negocios.

#### **1.2.1.2. La aplicación del principio de enfoque al cliente**

- Estudiar y comprender las necesidades y expectativas del cliente.
- Asegurarse de que los objetivos y metas de la organización están ligados a las necesidades y expectativas del cliente.
- Comunicar las necesidades y expectativas del cliente a toda la organización.
- Medir la satisfacción del cliente y actuar sobre los resultados.

#### **1.2.2. Principio 2: Liderazgo**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el enfoque de liderazgo:

##### **1.2.2.1. Beneficios claves**

- El personal entenderá y estará motivado hacia los objetivos y metas de la organización.

- Las actividades se evalúan, alinean e implementan de una forma integrada.
- La falta de comunicación entre los niveles de una organización se reducirá

#### **1.2.2.2. La aplicación del principio de liderazgo**

- Considerar las necesidades de todas las partes interesadas incluyendo clientes, propietarios, personal, proveedores, financieros, comunidad local y la sociedad en general.
- Establecer una clara visión del futuro de la organización.
- Establecer objetivos y metas desafiantes.
- Crear y mantener valores compartidos, imparcialidad y modelos éticos de comportamiento en todos los niveles de la organización.
- Crear confianza y eliminar temores.
- Proporcionar al personal los recursos necesarios, la formación y la libertad para actuar con responsabilidad y autoridad.
- Inspirar, animar y reconocer las aportaciones del personal.

### **1.2.3. Principio 3: Participación del personal**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar la participación del personal:

#### **1.2.3.1. Beneficios claves**

- Un personal motivado, involucrado y comprometido dentro de la organización.
- Innovación y creatividad en promover los objetivos de la organización
- Un personal valorado por su trabajo.
- Un personal deseoso de participar y contribuir a la mejora continua.

#### **1.2.3.2. La aplicación del principio de participación del personal**

- Comprender la importancia de su contribución y su papel en la organización.
- Identificar las limitaciones en su trabajo.
- Aceptar la responsabilidad de los problemas y de su resolución.
- Evaluar su actuación de acuerdo a sus objetivos y metas personales.

- Buscar activamente oportunidades para mejorar sus competencias, conocimiento y experiencia.
- Compartir libremente conocimientos y experiencia.
- Discutir abiertamente los problemas y cuestiones.

#### **1.2.4. Principio 4: Enfoque basado en procesos**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el enfoque basado en procesos:

##### **1.2.4.1. Beneficios claves**

- Reducción de costos y tiempos mediante el uso eficaz de los recursos.
- Resultados mejorados, coherentes y predecibles.
- Permite que las oportunidades de mejora estén centradas y priorizadas.

##### **1.2.4.2. La aplicación del principio del enfoque basado en proceso**

- Definir sistemáticamente las actividades necesarias para lograr el resultado deseado.

- Establecer responsabilidades y obligaciones claras para la gestión de las actividades clave.
- Analizar y medir la capacidad de las actividades clave.
- Centrarse en los factores, tales como, recursos, métodos y materiales, que mejorarán las actividades clave de la organización.
- Evaluar los riesgos, consecuencias e impactos de las actividades en los clientes, proveedores y otras partes interesadas.

#### **1.2.5. Principio 5: Enfoque de sistema para la gestión**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el enfoque del sistema para la gestión:

##### **1.2.5.1. Beneficios claves**

- Integración y alineación de los procesos que alcanzarán mejor los resultados deseados.
- La capacidad para enfocar los esfuerzos en los procesos claves.
- Proporcionar confianza a las partes interesadas en la coherencia, eficacia y eficiencia de la organización.

### **1.2.5.2. La aplicación del principio de enfoque de sistema para la gestión**

- Estructurar un sistema para alcanzar los objetivos de la organización de la forma más eficaz y eficiente.
- Entender las interdependencias existentes entre los diferentes procesos del sistema.
- Estructurar los enfoques que armonizan e integran los procesos.
- Proporcionar una mejor interpretación de los papeles y responsabilidades necesarias para la consecución de los objetivos comunes, y así reducir barreras interfuncionales.
- Entender las capacidades organizativas y establecer las limitaciones de los recursos antes de actuar.
- Definir y establecer como objetivo la forma en que deberían funcionar las actividades específicas dentro del sistema.
- Mejorar continuamente el sistema a través de la medición y la evaluación.

### **1.2.6. Principio 6: Mejora continua**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el principio de mejora continua:



#### **1.2.6.1. Beneficios claves**

- Incrementar la ventaja competitiva a través de la mejora de las capacidades organizativas.
- Alineación de las actividades de mejora a todos los niveles con la estrategia organizativa establecida.
- Flexibilidad para reaccionar rápidamente a las oportunidades.

#### **1.2.6.2. La aplicación del principio de mejora continua**

- Aplicar un enfoque a toda la organización coherente para la mejora continua del desempeño de la organización.
- Proporcionar al personal de la organización formación en los métodos y herramientas de la mejora continua.
- Hacer que la mejora continua de los productos, procesos y sistemas sea un objetivo para cada persona dentro de la organización.
- Establecer objetivos para orientar la mejora continua, y medidas para hacer el seguimiento de la misma.

#### **1.2.7. Principio 7: Enfoque basado en hechos para la toma de decisión**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el enfoque basado en hechos para la toma de decisión:

#### **1.2.7.1. Beneficios claves**

- Decisiones basadas en información.
- Reconocer y admitir las mejoras.
- Aumento de la capacidad para demostrar la eficacia de decisiones anteriores a través de la referencia a registros objetivos.
- Aumento de la capacidad para revisar, cuestionar y cambiar las opiniones y decisiones.

#### **1.2.7.2. La aplicación del principio de enfoque basado en hechos para la toma de decisión**

- Asegurarse de que los datos y la información son suficientemente precisos y fiables.
- Hacer accesibles los datos a quienes los necesiten.
- Analizar los datos y la información empleando métodos válidos.
- Tomar decisiones y emprender acciones en base al análisis objetivo, en equilibrio con la experiencia y la intuición.

### **1.2.8. Principio 8: Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor**

A continuación se describen los beneficios y la manera de aplicar el principio de relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:

#### **1.2.8.1. Beneficios claves**

- Aumento de la capacidad de crear valor para ambas partes.
- Flexibilidad y rapidez de respuesta de forma conjunta a un mercado cambiante o a las necesidades y expectativas del cliente.
- Optimización de costos y recursos.

#### **1.2.8.2. La aplicación del principio de relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor**

- Establecer relaciones que equilibren los beneficios a corto plazo con las consideraciones a largo plazo.
- Poner en común experiencia y recursos con los aliados de negocio.
- Identificar y seleccionar los proveedores clave.
- Comunicación clara y abierta.
- Establecer actividades conjuntas de desarrollo y mejora.

### **1.3. Sistemas de gestión de la calidad<sup>8</sup>**

En los siguientes numerales se describen los elementos necesarios, para el sistema de gestión de calidad de la norma ISO 9000/2000.

#### **1.3.1. Planificación de la realización del producto.**

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- a) Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto;
- b) La necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto;
- c) Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección, ensayo y prueba;
- d) Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos.

El resultado de esta planificación debe presentarse de forma adecuada para la metodología de operación de la organización.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup>Capítulos 7 y 8. Normas ISO 9000/2000.

### **1.3.2. Planificación del diseño y desarrollo.**

La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto. Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar:

- a) Las etapas del diseño y desarrollo,
- b) La revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo.
- c) Las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo.

La organización debe gestionar las interfaces entre los diferentes grupos involucrados en el diseño y desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades. Los resultados de la planificación deben actualizarse, según sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

### **1.3.3. Elementos de entrada para el diseño y desarrollo.**

Deben determinarse los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto y mantenerse registros. Estos elementos de entrada deben incluir:

---

<sup>9</sup> Nota 1 Un documento que especifica los procesos del sistema de gestión de la calidad (incluyendo los procesos de realización del producto) y los recursos que deben aplicarse a un producto, proyecto o contrato específico, puede denominarse como un plan de la calidad.

Nota 2 La organización también puede aplicar los requisitos citados para el desarrollo de los procesos de realización del producto.

- a) Los requisitos funcionales y de desempeño,
- b) Los requisitos legales y reglamentarios aplicables,
- c) La información proveniente de diseños previos similares, cuando sea aplicable.
- d) Cualquier otro requisito esencial para el diseño y desarrollo.

Estos elementos deben revisarse para verificar su adecuación. Los requisitos deben estar completos, sin ambigüedades y no deben ser contradictorios.

#### **1.3.4. Resultados del diseño y desarrollo**

Los resultados del diseño y desarrollo deben proporcionarse de tal manera que permitan la verificación respecto a los elementos de entrada para el diseño y desarrollo, y deben aprobarse antes de su liberación.

Los resultados del diseño y desarrollo deben:

- a) Cumplir los requisitos de los elementos de entrada para el diseño y desarrollo,
- b) Proporcionar información apropiada para la compra, la producción y la prestación del servicio,
- c) Contener o hacer referencia a los criterios de aceptación del producto.
- d) Especificar las características del producto que son esenciales para el uso seguro y correcto.

### **1.3.5. Revisión del diseño y desarrollo**

En las etapas adecuadas, deben realizarse revisiones sistemáticas del diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado.

- a) Evaluar la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos, e
- b) Identificar cualquier problema y proponer las acciones necesarias.

Los participantes en dichas revisiones deben incluir representantes de las funciones relacionadas con la(s) etapa(s) de diseño y desarrollo que se está(n) revisando. Deben mantenerse registros de los resultados de las revisiones y de cualquier acción necesaria.

### **1.3.6. Verificación del diseño y desarrollo**

Se debe realizar la verificación, de acuerdo con lo planificado para asegurarse de que los resultados del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo. Deben mantenerse registros de los resultados de la verificación y de cualquier acción que sea necesaria.

### **1.3.7. Validación del diseño y desarrollo**

Se debe realizar la validación del diseño y desarrollo de acuerdo con lo planificado para asegurarse de que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su aplicación especificada o uso previsto, cuando sea conocido. Siempre que sea factible, la validación debe completarse antes de la entrega o implementación del producto. Deben mantenerse registros de los resultados de la validación y de cualquier acción que sea necesaria.

### **1.3.8. Control de los cambios del diseño y desarrollo**

Los cambios del diseño y desarrollo, deben identificarse, además de mantenerse registros. Los cambios deben revisarse, verificarse y validarse, según sea apropiado, y aprobarse antes de su implementación. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto ya entregado. Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión de los cambios y de cualquier acción que sea necesaria.

### **1.3.9. Control de los dispositivos de seguimiento y de medición**

La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.



La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición. Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- a) Calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación;
- b) Ajustarse o reajustarse según sea necesario;
- c) Identificarse para poder determinar el estado de calibración;
- d) Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición;
- e) Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación.

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados.

Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.<sup>10</sup>

#### **1.4. Medición, análisis y mejora**

Los elementos necesarios para los sistemas de medición, análisis y mejora de acuerdo a la norma ISO 10012-1 e ISO 10012-2.

##### **1.4.1. Generalidades**

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para:

- a) Demostrar la conformidad del producto,
- b) Asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad, y
- c) Mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

##### **1.4.2. Seguimiento y medición.**

Se mencionaran a continuación los elementos, que proporcionan los criterios de las conformidades y no conformidades, en el seguimiento y la medición.

---

<sup>10</sup> Nota: véase las a modo de orientación.

#### **1.4.2.1. Satisfacción del cliente.**

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, la organización debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

#### **1.4.2.2. Auditoría interna.**

La organización debe llevar a cabo a intervalos planificados auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad:

- a) Es conforme con las disposiciones planificadas con los requisitos de esta norma internacional y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización, y
- b) Se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

Se debe planificar un programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología.

La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

Los auditores no deben auditar su propio trabajo. Deben definirse, en un procedimiento documentado, las responsabilidades y requisitos para la planificación y la realización de auditorías, para informar de los resultados y para mantener los registros.

La dirección responsable del área que esté siendo auditada debe asegurarse de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. Las actividades de seguimiento deben incluir la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.<sup>11</sup>

#### **1.4.2.3. Seguimiento y medición de los procesos.**

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.

Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

#### **1.4.2.4. Seguimiento y medición del producto**

La organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo.

---

<sup>11</sup> Nota: véase las normas ISO 10011-1, ISO 10011-2 e ISO 10011-3 a modo de orientación.

Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas.

Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la(s) persona(s) que autoriza(n) la liberación del producto.

La liberación del producto y la prestación del servicio no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.

#### **1.4.3. Control del producto no conforme**

La organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional.

Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado.

La organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) Tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada;

- b) Autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente;
- c) Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

Se deben mantener registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido. Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando ha comenzado su uso, la organización debe tomar las acciones apropiadas respecto a los efectos, o efectos potenciales, de la no conformidad.

#### **1.4.4. Análisis de datos**

La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir los datos generados del resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes. El análisis de datos debe proporcionar información sobre:

- a) La satisfacción del cliente

- b) La conformidad con los requisitos del producto
- c) Las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas, y
- d) Los proveedores.

#### **1.4.5. Mejora**

Es necesario conocer las etapas que se llevan para realizar el proceso de mejora en el sistema de control de calidad.

##### **1.4.5.1. Acción preventiva**

La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

##### **1.4.5.2. Acción correctiva**

La organización debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes),
- b) Determinar las causas de las no conformidades,
- c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
- d) Determinar e implementar las acciones necesarias,
- e) Registrar los resultados de las acciones tomadas y
- f) Revisar las acciones correctivas tomadas.

#### **1.4.5.3. Mejora continua**

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) Determinar las no conformidades potenciales y sus causas,
- b) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades,
- c) Determinar e implementar las acciones necesarias,
- d) Registrar los resultados de las acciones tomadas y
- e) Revisar las acciones preventivas tomadas.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1. Descripción de la empresa**

Es necesario analizar la situación de la empresa, para poder determinar como se debe aplicar el sistema de control de calidad.

#### **2.1.1. Historia**

El Aserradero San Jorge se fundo en el año de 1941, por el señor León Matzdorf, de nacionalidad alemana, en el municipio de Mataquescuintla del departamento de Jalapa. Su principal mercado de distribución era en la ciudad de Guatemala.

Luego con el transcurrir del tiempo, en el año de 1952 el señor León Matzdorf, decidió trasladar las instalaciones de su empresa a ala cabecera municipal de Jalapa, como un punto estratégico, porque cuenta con buena infraestructura vial y tiene la ventaja de tener un acceso cercano con El Salvador.

La empresa Aserradero San Jorge, ha sido pionera en la industria maderera, tal es el caso que en los años cincuenta, el señor León Matzdorf logra uno de los éxitos mas grandes de su carrera empresarial, al obtener el contrato para proveer la madera con la que construía el Estadio Nacional Mateo Flores.

En la década de 1960 el Aserradero San Jorge era uno de las empresas más sólidas e importante del oriente de Guatemala. En la actualidad, el Aserradero San Jorge, es una de las empresas más sólidas y antiguas del departamento de Jalapa, siendo reconocida por la calidad de su madera.

Dicha empresa procesa madera de pino rustica y cepillada, de todas las medidas, así como también machimbre, molduras y cajas de madera. Su principal mercado en la actualidad, es El Salvador, el cual representa el 70% de sus ventas y el otro porcentaje es consumido por el mercado nacional.

### **2.1.2. Naturaleza**

Aserradero San Jorge, es una empresa de tipo industrial, con un inmobiliario de tercera categoría<sup>12</sup>, en la que se procesa madera de pino para fabricar productos tales como machimbre, moldura, cajas para verdura, postes de cerco, madera aserrada, tablas rústicas, tablas cepilladas y aserrín.

### **2.1.3. Ubicación geográfica**

El Aserradero San Jorge, se encuentra localizado en la cabecera departamental de Jalapa, con colindancia al sur con el río Chipilapa, al poniente con la Escuela Rural Mixta Chipilapa, al oriente por vario propietarios particulares y en el corte con calle pública.

---

<sup>12</sup> La estructura principal esta formada por columnas y armaduras de madera y cubiertas superiores de lamina de zinc

#### **2.1.4. Dirección del Aserradero San Jorge**

Su domicilio legal es la 1ª. Avenida 0-61, zona 5, Barrio Chipilapa, Jalapa.

#### **2.1.5. Tamaño empresarial**

Es una empresa de carácter individual y esta registrada como mediana empresa en el Registro Mercantil y la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT).

#### **2.1.6. Tamaño físico**

De acuerdo a la patente de comercio, la propiedad tiene una extensión de 6,500 metros cuadrados.

#### **2.1.7. Aspectos legales**

La empresa Aserradero San Jorge, se encuentra inscrita en el Registro Mercantil, categoría única con el nombre comercial de Aserradero San Jorge, siendo la fecha de inscripción el 28 de agosto de 1989 y fecha de emisión en Guatemala el 29 de agosto de 1989.

Además cuenta con el permiso del Instituto Nacional del Bosques (INAB) para el procesamiento de madera. Para efectos de inscripción, cumplió con los requisitos mínimos solicitados en su época, para la aprobación de la comercialización de la madera.

## **2.1.8. Requisitos para una empresa maderera<sup>13</sup>**

Lo requisitos mínimos necesarios a considerar son los siguientes:

### **2.1.8.1. Para bosques y tierras de vocación forestal**

- Solicitud que contengan las generales de los interesados, lugar para recibir notificaciones, la petición explícita y la firma debidamente autenticada.
- Documento que ampare la propiedad.
- Numero de matricula fiscal.
- Datos generales del bosque y/o tierra de vocación forestal, ubicación, extensión, acceso, tipo de bosques.

### **2.1.8.2. Para industria, depósito y aserraderos estacionarios**

- Solicitud que contengan las generales del interesado, lugar donde estará ubicada físicamente la empresa, lugar para recibir notificaciones, la petición explícita y la forma debidamente autenticada.
- Descripción de todo el equipo y/o maquinaria que se utilizara en el proceso de transformación de la materia prima o en el almacenamiento y venta de productos forestales.
- Patente de comercio (fotocopia autenticada)
- Patente del número de identificaron tributaria (NIT).

---

<sup>13</sup> Requisitos necesarios para las empresas dedicadas al procesamiento de madera. INAB. 1989

### **2.1.9. Análisis geográfico del departamento de Jalapa**

El municipio de Jalapa esta ubicado en el oriente del país, tiene una extensión territorial de 544 km., colinda:

- Norte: con el departamento del Progreso y el municipio de San Diego Zacapa.
- Sur: con el con el municipio de Monjas y San Carlos Alzatate.
- Este: con el municipio San Pedro Pinula y San Manuel Chaparrón.
- Oeste: con el municipio de Mataquescuintla, Sansare, el Progreso Guatatoya y Palencia del departamento de Guatemala.

El departamento de Jalapa esta organizado en cabecera departamental del mismo nombre, con 42 aldeas y 310 caseríos. Posee clima templado que oscila entre 20 a 25 centígrados, con una altitud media de 1362 metros sobre el nivel del mar. Esta localizada en la latitud de 14°38'05" y una longitud de 89°58'50", con una precipitación promedio de 1100 milímetros anuales.

### **2.1.10. Análisis del medio ambiente**

El departamento de Jalapa posee siete municipios, siendo estos: Mataquescuintla, San Pedro Pinula, Monjas, San Carlos Alzatate, San Manuel Chaparrón, San Luís Jilotepeque y el Municipio de Jalapa.

El departamento de Jalapa posee bosques de coníferas (pino), la mayor parte de estos bosques se encuentra en los Municipios de Jalapa, específicamente en las comunidades de San Pedro Pinula y parte del Municipio de Jalapa, específicamente en las comunidades de Ladinos Prados y Potrero Carrillo, siendo estos los lugares donde se extrae la madera.

## **2.2. Análisis F.O.D.A.**

Con el análisis F.O.D.A., conoceremos el grado de competitividad que tiene en el mercado el Aserradero San Jorge.

### **2.2.1. Fortalezas**

- El aserradero se encuentra ubicado estratégicamente cerca de la frontera de El Salvador y Honduras.
- Cuenta con una finca en gran porcentaje de árboles de la especie de pino en fase adulta.
- Solvencia económica tanto en el capital de la empresa, como el crédito en los bancos del sistema nacional.
- Es ampliamente conocida en el mercado salvadoreño, como el nacional.
- Tiene experiencia de 50 años en el procesamiento de la madera de la especie de pino en su mayoría y de ciprés en menor escala.

### **2.2.2. Oportunidades**

- La apertura de mercados internacionales para la comercialización de la madera y especialmente la especie de pino.
- Establecer mecanismos de publicidad por medios de audiencia masiva como Internet.
- La variación de productos elaborados de madera (durpanel, playwood, molduras, abono), de consumo masivo tanto a nivel nacional como internacional.

### **2.2.3. Debilidades**

- Poca inversión en planta y en instalaciones, como inmuebles y muebles en el Aserradero San Jorge.
- No posee un sistema de control de calidad, con lo cual toda la madera procesada se vende al mismo precio.
- Falta de maquinaria (múltiple, desorilladora, etc.), afectando la eficiencia en la producción.
- Los canales de distribución están sujetos a terceros en la mayoría de casos.
- Falta de capacitación a los empleados sobre su trabajo, responsabilidad, derechos y obligaciones.

### **2.2.4. Amenazas**

- Exceso de ofertas de productos similares dentro del mercado, la cabecera de Jalapa cuenta con otros tres aserraderos.

- Caída de los precios de los productos elaborados de madera, por aserraderos o empresas tecnificados.
- Plaga de insectos que afecten el desarrollo del los árboles de pino en la etapa media y adulta.
- Cambio de los compradores a empresas que tienen un sistema de calidad y procesos estandarizados.

### **2.3. Perfil del Aserradero San Jorge**

Se determinan los lineamientos de la filosofía empresarial, en base a los elementos del entorno interno y externo de la empresa

#### **2.3.1. Filosofía del Aserradero San Jorge<sup>14</sup>**

Es el compromiso que tiene la empresa con sus proveedores, clientes, empleados y la comunidad.

##### **2.3.1.1. Visión**

“Ser reconocida en el mercado local, nacional e internacional, en servicios y venta de productos madera de pino procesada”

---

<sup>14</sup> Información proporcionada por el Aserradero San Jorge, departamento de Jalapa.



### **2.3.1.2. Misión**

“Proveer de productos estandarizados de madera de pino procesada, ofreciendo precios bajos al mercado y calidad con estándares internacionales, así como garantizar la protección al medio ambiente con el menor grado de impacto al bosque y su hábitat.”

### **2.3.1.3. Valores**

En la empresa:

- Manejamos con integridad y equidad los negocios de nuestros clientes y proveedores.
- Proveemos a nuestros clientes productos de madera de pino procesada a precios justos.
- Brindamos soluciones inmediatas a las necesidades de nuestros clientes.
- Colaboramos con el apoyo a actividades sociales para mejorar la comunidad y el desarrollo del departamento de Jalapa.

### **2.3.2. Eslogan**

*“50 años de vender la mejor madera”*

### 2.3.3. Logotipo<sup>15</sup>

Figura 22. Logotipo del Aserradero San Jorge



#### 2.3.3.1. Descripción del logotipo

El diseño del logotipo que actualmente utiliza el Aserradero San Jorge, esta conformado de la siguiente manera:

##### 2.3.3.1.1. Sierra circular

Es una herramienta fundamental que se utiliza para procesar la madera. El color amarillo se utiliza para el fondo de la sierra, debido a que atrae la atención de las personas y con el tiempo se ha identificado a la empresa por años.

##### 2.3.3.1.2. Nombre de la empresa

El nombre se encuentra escrito de color negro sobre la sierra circular.

---

<sup>15</sup> Proporcionado por el Aserradero San Jorge, departamento de Jalapa.

### **2.3.3.1.3. Eslogan**

Dentro del logotipo se incluye el eslogan, que identifica al aserradero de la competencia.

#### **2.3.3.1.3.1. Significado del eslogan**

Se eligió el eslogan, porque la empresa tiene 50 años de estar dentro del mercado de madera aserrada de la especie de pino y por lo tanto se le atribuye experiencia, antigüedad, prestigio y confiabilidad.

#### **2.3.3.1.4. Tres pinos de color verde**

Se encuentran ubicados en el centro de la sierra circular, el cual significa que solo se utiliza madera de la especie de pino, para los productos que se elaboran en Aserradero San Jorge.

## **2.4. Análisis de la industria en el departamento de Jalapa**

En el departamento de Jalapa, la mayor parte de territorio, posee bosques de coníferas (pino), por lo que existe varios aserraderos que distribuyen trozas y piezas de madera de la especie de pino entre otras especies.

### **2.4.1. Competidores**

Los competidores directos del aserradero dentro del mercado regional del departamento de Jalapa son los siguientes:

#### **2.4.1.1. Aserradero San Francisco**

Se encuentra ubicado en la calzada Justo Rufino Barrios, en la cabecera del departamento de Jalapa, la empresa cuenta con 4 máquinas que funcionan por medio del combustible diesel.

Su objetivo principal, consiste el procesar madera para luego comercializarla, siendo sus mercados el oriente de Guatemala, la ciudad Capital y El Salvador.

#### **2.4.1.2. Aserradero CIEMA**

Ubicado en el barrio San Francisco, en la cabecera del departamento de Jalapa. El aserradero, se dedica al procesamiento y comercialización de madera, cuenta con 4, máquinas que funcionan a base de electricidad y una que funciona con diesel.

#### **2.4.1.3. Aserradero El Roble**

Se encuentra ubicado en Llano Grande a 50 metros del Instituto Adolfo V. Hall, en la cabecera de Jalapa, la empresa se dedica a la producción y procesamiento de la madera.

Entre los productos que fabrica se encuentra: camastrones que utiliza para base de camas, cajas de madera para guardar verduras y también muebles.

Cuenta con 20 máquinas, las cuales funcionan con electricidad. Estableciéndose también que esta empresa es la más grande en instalaciones y se encuentra posicionada en el primer lugar de los competidores.

Los productos que elaboran no se comercializan para el mercado local, ya que abastece a una empresa de camas y muebles.

## 2.5. Comparación de precios en la industria maderera de la especie de pino, del departamento de Jalapa

Se comparan los precios de los aserraderos, tanto a nivel regional, nacional e internacional, en la siguiente tabla:

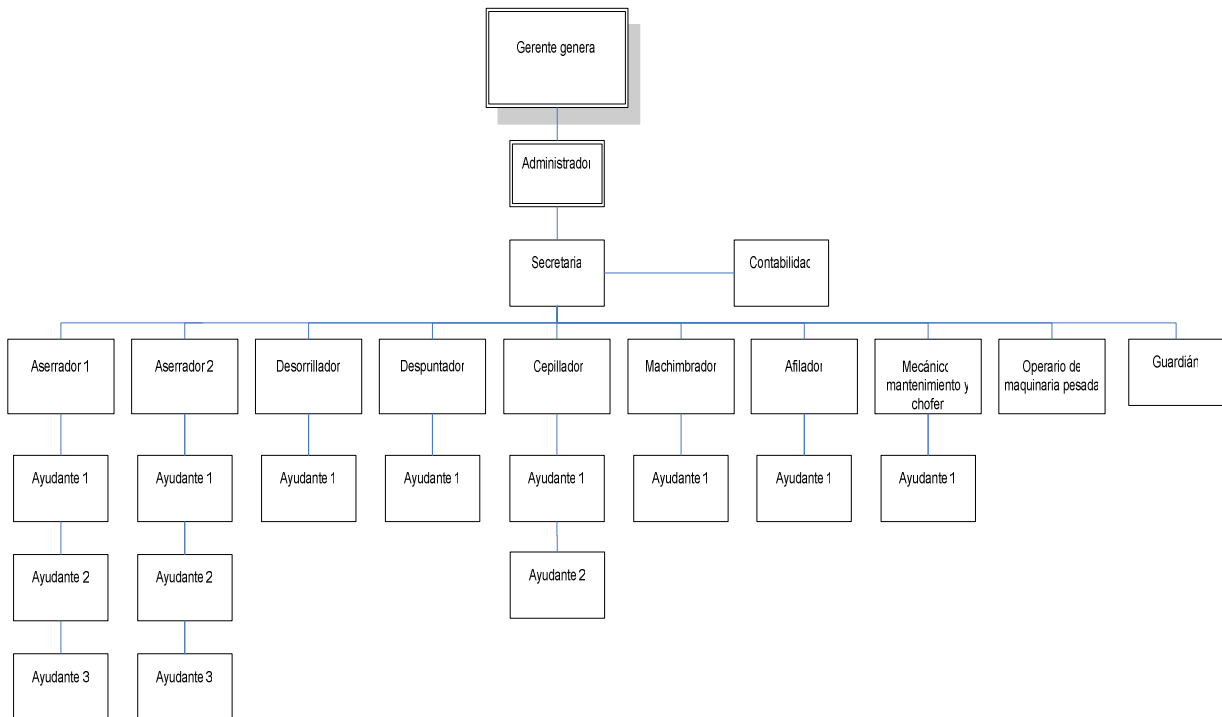
Tabla I. Comparación de precio de madera por pie cúbico

	Mercado regional	Mercado nacional	Mercado internacional
Nombre aserradero	Precio por pie cúbico	Precio por pie cúbico	Precio por pie cúbico
San Jorge	Q2.90	Q2.30	Q2.20
CIEMA	Q2.90	Q2.40	Q2.30
San Francisco	Q2.90	Q2.30	Q2.20
El Roble	Q3.00	Q2.25	Q2.30

## 2.6. Organigrama

A continuación se ilustra la estructura actual del organigrama.

Figura 23. Organigrama actual del Aserradero San Jorge



## 2.6.1. Descripción de puestos

Se describen los puestos más importantes como el gerente general, administrador, secretaria, aserrador, afilador, mecánico ayudante y guardián ilustrados en el organigrama.

### 2.6.1.1. Gerente general

Las características y especificaciones del puesto del gerente general son las siguientes:

#### 2.6.1.1.1. Descripción general del puesto

Unidad administrativa que se encarga de tomar las decisiones, planear, organizar, dirigir y controlar todas las actividades relacionadas con el aserradero.

### **2.6.1.1.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **2.6.1.1.2.1. Atribuciones**

- Velar por el funcionamiento de la empresa.
- Responsable en la toma de decisiones gerenciales.
- Brindar atención a los clientes cuando sea necesario, además de realizar consultas comentario quejas y sugerencias.
- Colaborar y participar en todas las actividades que sean necesarias de acuerdo a la naturaleza de su trabajo, además de brindar apoyo a programas o proyectos dentro de la empresa.

#### **2.6.1.1.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el administrador, secretaria, contadora, obreros y ayudantes.

#### **2.6.1.1.2.3. Autoridad**

- Posee autoridad de línea directa hacia el administrador de acuerdo a la jerarquía establecida en la estructura organizacional de la empresa, así como sobre otros niveles jerárquicos cuando sea necesario.
- Autoriza inversiones y financiamiento al realizar un programa o proyectos en las diferentes áreas del aserradero.

#### **2.6.1.1.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 35 años en adelante
- Sexo masculino.
- Estado civil soltero o casado.
- Licenciado en administración de empresas.

#### **2.6.1.1.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de cinco años de gerencia en el manejo de aserraderos.
- Visionario y creativo.
- Liderazgo.
- Conocimiento sobre el área forestal.

#### **2.6.1.2. Administrador**

Las características y especificaciones del puesto del administrador son las siguientes:

##### **2.6.1.2.1. Descripción general del puesto**

Se encarga de que se ejecute el proceso administrativo dentro de la empresa, sus atribuciones son a nivel interno del aserradero.



### **2.6.1.2.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **2.6.1.2.2.1. Atribuciones**

- Coordinar y supervisar trabajos en el área de producción, atención a los clientes, seguridad e higiene industrial, y administrar la producción.
- Implantar procedimientos y controles administrativos necesarios en la empresa.
- Autoriza requisiciones de materiales, compras locales, planillas de sueldos y salarios.
- Realiza la selección de personal en las diferentes áreas.
- Es el encargado de la firma de los cheques del aserradero.
- Es el responsable de las condiciones de la planta tanto en su estructura como es su distribución, además en los términos referentes a la industria (producción, métodos, calidad, etc. planillas de sueldos y salarios).
- Recibe y autoriza los pedidos de los clientes.

#### **2.6.1.2.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente general, secretaria, contadora, obreros y ayudantes.

#### **2.6.1.2.2.3. Autoridad**

- Elabora proyectos referentes a mercadeo, administrativos y de producción.

#### **2.6.1.2.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 28 a 40 años.
- Sexo masculino.
- Estado civil soltero o casado.
- Estudios en licenciatura en administración de empresas o carrera afín.

#### **2.6.1.2.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de tres años en puestos similares.
- Liderazgo.
- Creativo y emprendedor.
- Conocimiento en el área forestal y producción.
- Buenas relaciones interpersonales.

#### **2.6.1.3. Secretaria**

Las características y especificaciones del puesto de secretaria son las siguientes:

#### **2.6.1.3.1. Descripción general del puesto**

Responsable de brindar apoyo secretarial administrativo en las diferentes actividades de la empresa.

#### **2.6.1.3.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

##### **2.6.1.3.2.1. Atribuciones**

- Responsable del archivo del aserradero.
- Atender al público.
- Efectuar los cobros.

##### **2.6.1.3.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente general, administrador y contadora.

##### **2.6.1.3.2.3. Autoridad**

- Organiza y actualiza archivos y papelería de oficina.

#### **2.6.1.3.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 20 a 30 años.
- Sexo femenino.
- Estado civil soltera o casada.

- Título a nivel medio de secretaria bilingüe.

#### **2.6.1.3.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de un año en puestos similares.
- Ser responsable y ordenada.
- Tener conocimientos en programas de computación (Windows y Office).
- Buenas relaciones interpersonales.

#### **2.6.1.4. Aserrador**

Las características y especificaciones del puesto del aserrador son las siguientes:

##### **2.6.1.4.1. Descripción general del puesto**

Responsable de cubicar las trozas obteniendo el máximo rendimiento en la cubicación. Dentro de la empresa existen dos empleados que realizan las funciones del puesto.

##### **2.6.1.4.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **2.6.1.4.2.1. Atribuciones**

- Responsable en el manejo de la sierra de cinta y circulares que utiliza la maquinaria.
- Operar la sierra.
- Dar mantenimiento y limpieza a las sierras.

#### **2.6.1.4.2.2. Relaciones de trabajo**

- Administrador, afilador, mecánico y ayudantes.

#### **2.6.1.4.2.3. Autoridad**

- Dirige a los ayudantes en el proceso de aserrado de troza, viga y piezas.

#### **2.6.1.4.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 24 a 35 años.
- Sexo masculino.
- Estado civil soltero o casado.
- Educación básica.

#### **2.6.1.4.4. Características deseables**

- Acostumbrado a trabajar bajo presión.
- Buenas relaciones interpersonales.
- Conocimiento técnico sobre sierras.

### **2.6.1.5. Afilador**

Las características y especificaciones del puesto del afilador son las siguientes:

#### **2.6.1.5.1. Descripción general del puesto**

Es un puesto de tipo operativo, en el que tiene la responsabilidad de darle mantenimiento y afilado de las sierras.

#### **2.6.1.5.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

##### **2.6.1.5.2.1. Atribuciones**

- Responsable del mantenimiento de las sierras de cinta o circulares que sirven para el proceso de la maderas.
- Manejo de las sierras circulares.

##### **2.6.1.5.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el administrador, aserrador, mecánico y ayudantes.

##### **2.6.1.5.2.3. Autoridad**

- Dirige al ayudante para que cumpla con las obligaciones del puesto.

#### **2.6.1.5.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 28 a 40 años.
- Sexo masculino.
- Estado civil soltero o casado.
- Escolaridad deseable en bachiller industrial.

#### **2.6.1.5.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de tres años en puestos similares.
- Acostumbrado a trabajar bajo presión.
- Conocimientos generales sobre sierras circulares y de cinta.
- Buenas relaciones interpersonales.

#### **2.6.1.6. Mecánico**

Las características y especificaciones del puesto de mecánico son las siguientes:

##### **2.6.1.6.1. Descripción general del puesto**

Responsable del mantenimiento y reparación de todas las máquinas y vehículos del Aserradero San Jorge, así como también de conducir el tractor y automóviles de propiedad de la empresa.

##### **2.6.1.6.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **2.6.1.6.2.1. Atribuciones**

- Responsable del mantenimiento y reparación de máquinas y vehículos del Aserradero San Jorge.
- Conducir los diferentes vehículos (camión, tractor, etc.).

#### **2.6.1.6.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente general, administrador, afilador, aserrador y ayudantes.

#### **2.6.1.6.2.3. Autoridad**

- Mantenimiento y reparaciones de la maquinaria y vehículos.
- Manejo del inventario del stock de repuestos para la maquinaria y vehículos.

#### **2.6.1.6.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida entre 24 a 40 años.
- Estado civil soltero o casado.
- Sexo masculino.
- Técnico em mantenimiento de maquinaria industrial, con conocimientos en mecánica automotriz.

#### **2.6.1.6.4. Características deseables**

- Experiencia 3 años en mecánica automotriz diesel y gasolina.



- Experiencia de 5 años en mantenimiento y manejo de maquinaria industrial utilizada en el aserradero.
- Requisito indispensable, poseer licencia de conducir, como mínimo tipo B.

#### **2.6.1.7. Ayudante**

Las características y especificaciones del puesto del ayudante son las siguientes:

##### **2.6.1.7.1. Descripción general del puesto**

Es un puesto de tipo operacional y multifuncional, ayuda a movilizar las trozas de pino para ser aserradas con actividades de recolectar las piezas de madera de pino aserrada hacia bodega, encargado de mantener limpio el área de trabajo con la recolección de residuos de madera.

##### **2.6.1.7.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

###### **2.6.1.7.2.1. Atribuciones**

- Responsable de transportar el producto terminado hacia bodega de producto terminado.
- Extraer el residuo (aserrín, corteza, piezas de madera, etc.), en el área designada dentro del Aserradero San Jorge.

- Ayuda a transportar piezas de madera y al afilado de la sierra.

#### **2.6.1.7.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el administrador, el afilador, el aserrador y el mecánico.

#### **2.6.1.7.2.3. Autoridad**

- Mantener el área asignada limpia.

#### **2.6.1.7.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida entre 18 a 25 años.
- Estado civil soltero o casado.
- Escolaridad deseable como mínimo sexto primaria.
- Sexo masculino.

#### **2.6.1.7.4. Características deseables**

- Buenas relaciones interpersonales.
- Complexión física corpulenta.

#### **2.6.1.8. Guardián**

Las características y especificaciones del puesto del guardián son las siguientes:

#### **2.6.1.8.1. Descripción general del puesto**

Proteger y vigila los bienes que se encuentre dentro del Aserradero San Jorge.

#### **2.6.1.8.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

##### **2.6.1.8.2.1. Atribuciones**

Encargado de controlar para que no sea extraído ningún material sin autorización del gerente general, además controla las entradas de materia prima y la salida de piezas o productos de madera de pino.

##### **2.6.1.8.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente general y el administrador.

##### **2.6.1.8.2.3. Autoridad**

- Tiene la capacidad de controlar la salida o entrada de materiales.
- Limita el derecho de admisión.

#### **2.6.1.8.3. Perfil del puesto**

- Edad comprendida entre los 25 a los 35 años.

- Estado civil soltero o casado.
- Sexo masculino.
- Solvencia de antecedentes penales y policíacos.

#### 2.6.1.8.4. Características deseables

- Buena presentación y relaciones personales.
- Poseer licencia para portar armas de fuego.

### 2.7. Descripción de maquinaria

El Aserradero San Jorge, ha seleccionado la tecnología de acuerdo a los requerimientos de la producción, con lo que ha adquirido de manera reciente gran parte de la misma. A continuación se detalla la maquinaria que tiene en la actualidad:

Tabla II. Descripción de maquinaria

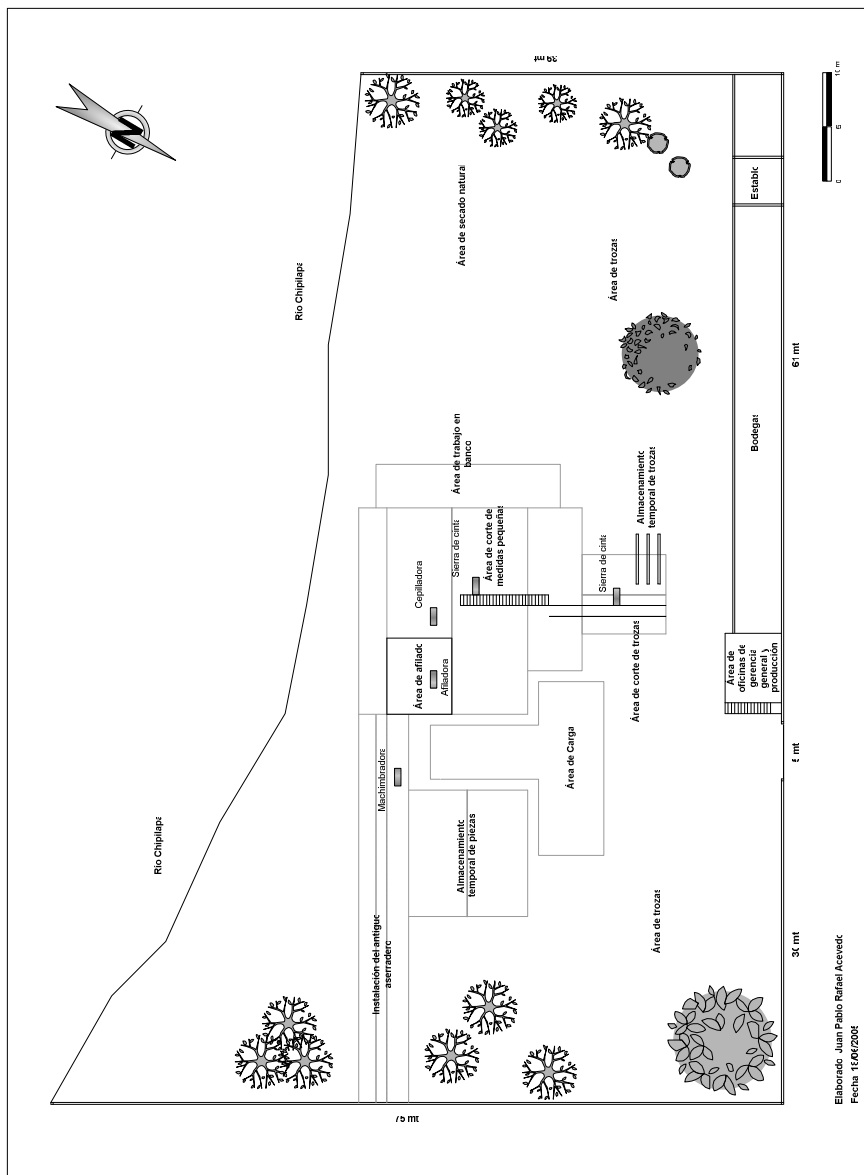
No.	Nombre	Cantidad	Descripción
1	Aserradero principal	1	Sirve para cubicar la troza, es decir convertirla en viga, utiliza sierra de cinta.
2	Reaserradora	1	Sirve en la viga para obtener medidas menores, utiliza sierra de cinta.
3	Sierra circular	1	Sirve para dar el ancho de la madera y eliminar corteza si es necesario
4	Sierra circular	1	Sirve para despuntar la pieza de madera cuando sea necesario.
5	Cepilladora	1	Sirve para eliminar área rústica dejada por la pieza de madera, dándole un acabado fino (liso).
6	Machimbradora	1	Elabora perfiles en los 2 grosores de la pieza de madera.
7	Sierra circula de péndulo	2	Son sierra que despuntan la madera, las cuales su posición es aérea.
8	Transformadores eléctricos	3	Son utilizados para que funciones el equipo con la cantidad de energía eléctrica que necesitan.
9	Tractor cargador	1	Se utiliza para ordenar las trozas y transportar al área
10	Afiladora	1	Sirve para afilar los dientes de las sierras tanto circulares como de cinta.
11	Tensadora	1	Sirve para moldear las sierras.
12	Soldadora	1	Soldadora de oxígeno y acetileno, la que se utiliza para soldar la cintan uniendo la sierra o fijar un partes que se han separado por el uso.
13	Camión	2	Son utilizados para el servicio de reparto a domicilio de los pedidos que requiere el cliente.

### 3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL ASERRADERO SAN JORGE

#### 3.1. Plano actual del Aserradero San Jorge

En el plano se ilustra, como está actualmente el aserradero.

Figura 24. Planta actual del Aserradero San Jorge

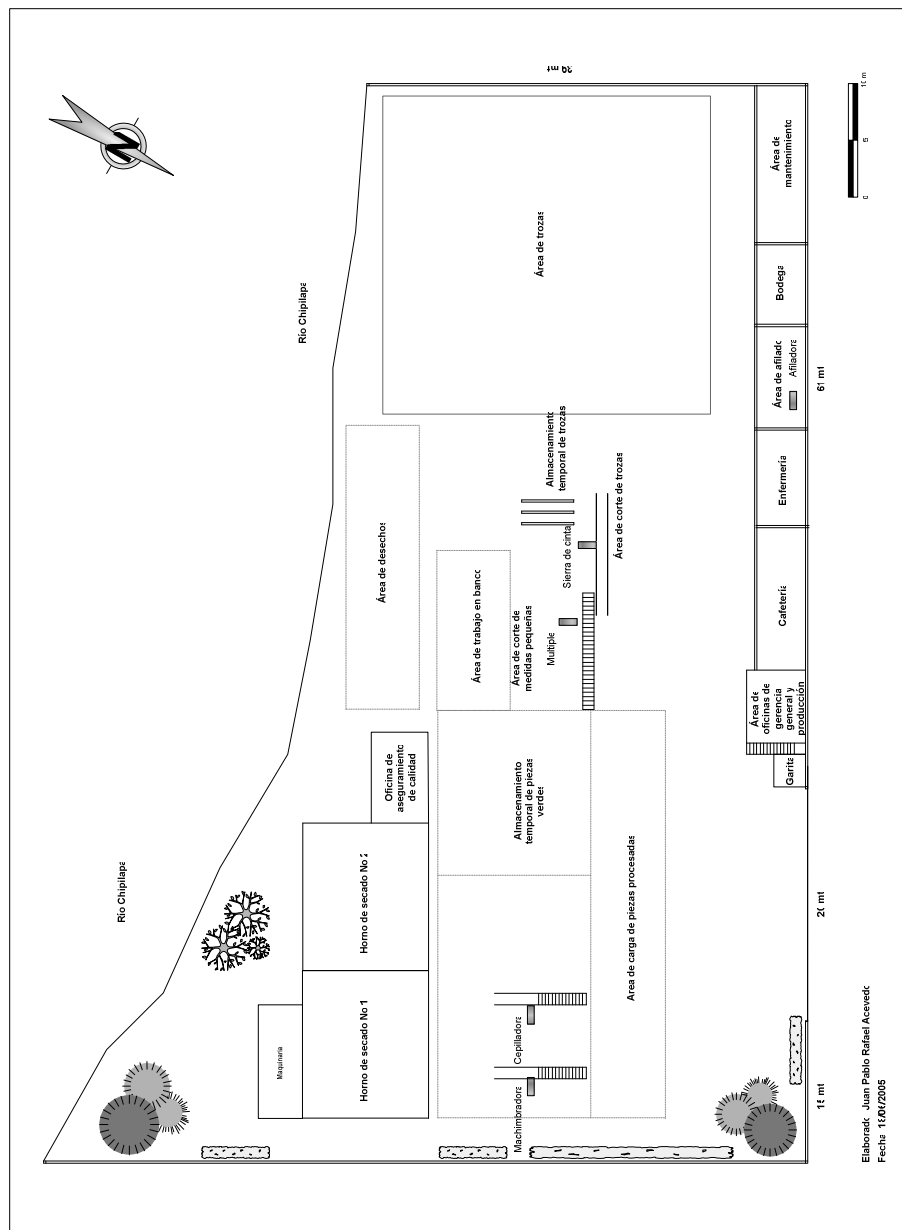


Elaborado: Juan Pablo Rafael Acevedo  
Fecha: 16/02/2005

### 3.2. Plano propuesto del Aserradero San Jorge

En el plano propuesto al aserradero, esta diseñado por áreas, en las cuales disminuyen las distancia y sobre todo con mayor énfasis a la producción y aseguramiento de la calidad.

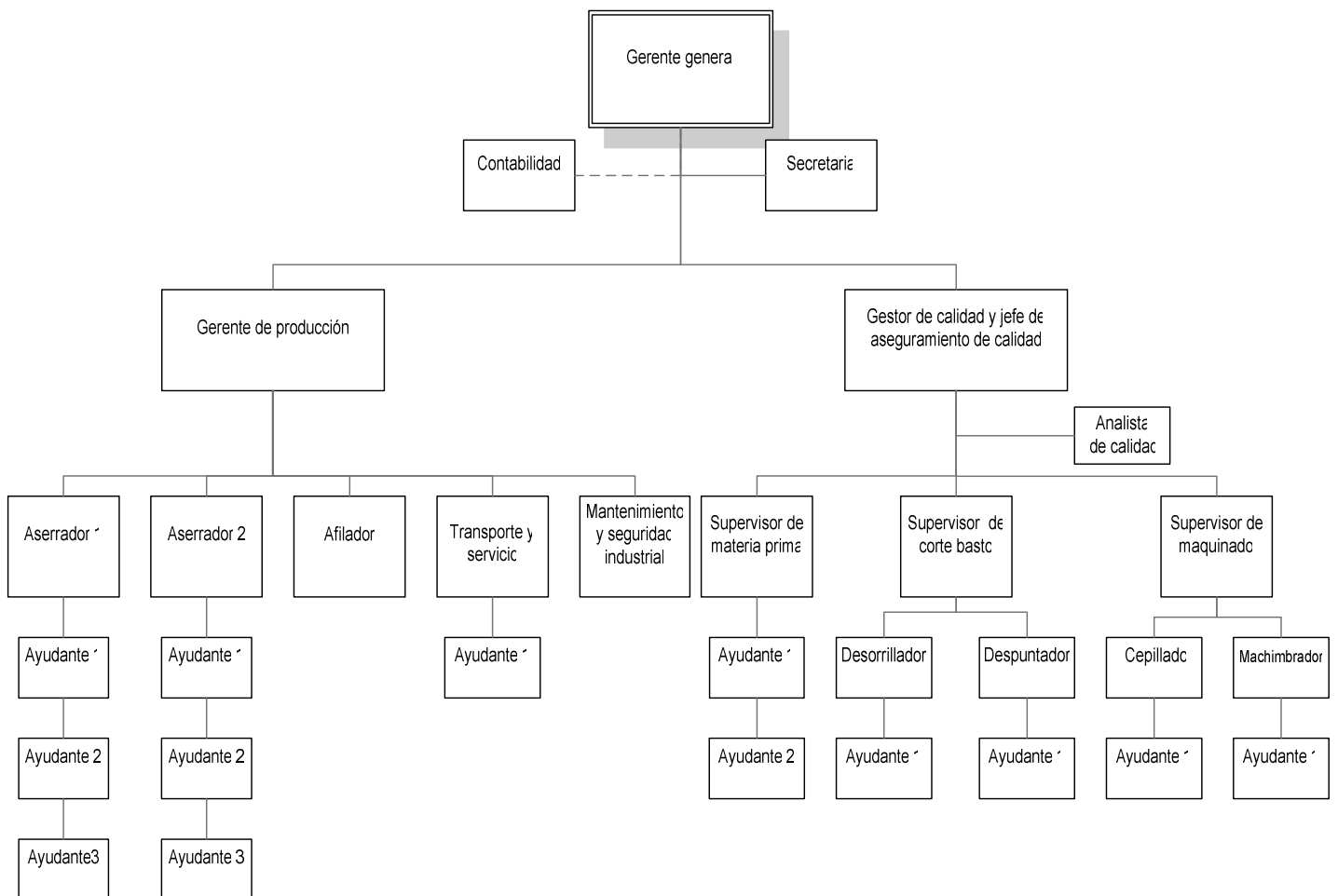
Figura 25. Planta propuesta para el Aserradero San Jorge



### 3.3. Organigrama propuesto para el Aserradero San Jorge

A continuación se ilustra el organigrama propuesto al Aserradero San Jorge, que incluye el reordenamiento de puestos y el departamento de aseguramiento de calidad.

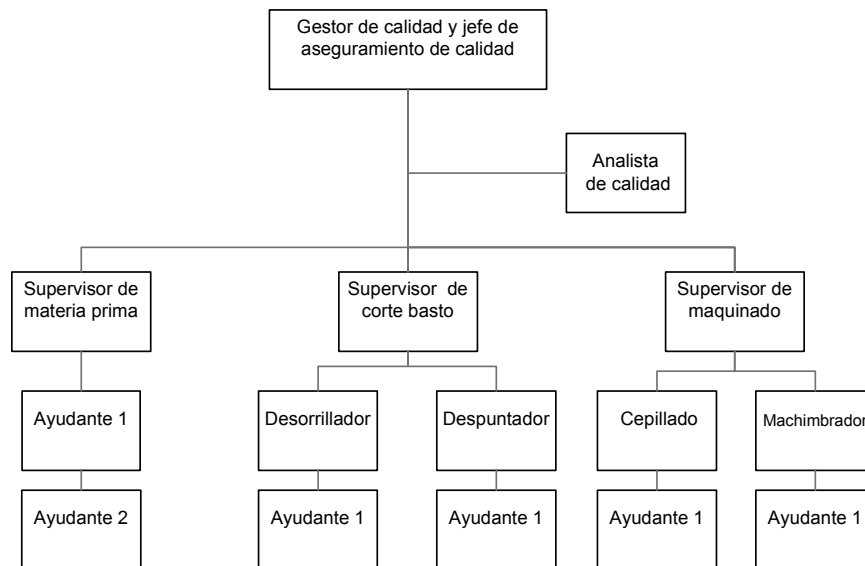
Figura 26. Organigrama propuesto



### 3.4. Organigrama del departamento de aseguramiento de calidad en Aserradero San Jorge

Ilustración del departamento de aseguramiento de calidad con sus respectivos puestos.

Figura 27. Organigrama del departamento de aseguramiento de calidad



#### 3.4.1. Descripción de puestos

Se describen los puestos para el control, evaluación y aseguramiento de la calidad.

##### 3.4.1.1. Gestor de calidad y jefe de aseguramiento de calidad

Las características y especificaciones del puesto del gestor de calidad y jefe de aseguramiento de calidad son las siguientes:



#### **3.4.1.1.1. Descripción general del puesto**

Es el encargado de la documentación de las funciones operativas de la empresa, dirige el departamento de aseguramiento de calidad, además de realizar ampliaciones dentro del sistema de control de calidad por medio de métodos de mejora continua en el proceso.

#### **3.4.1.1.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

##### **3.4.1.1.2.1. Atribuciones**

- Implantar procedimientos y controles administrativos necesarios en la empresa.
- Autoriza criterios de aceptación y rechazo para el aseguramiento de la calidad en el proceso.
- Capacitar a los operarios del departamento de aseguramiento de calidad, así como personal del aserradero sobre aspectos de calidad.
- Es el encargado de dar trazabilidad a los documentos y operaciones para la gestión de calidad.
- Es el encargado de velar por el cumplimiento de las normas de calidad, así como lo documento relacionados con el departamento de aseguramiento de calidad.

#### **3.4.1.1.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente general, gerente de producción, obreros, ayudantes y clientes.

#### **3.4.1.1.2.3. Autoridad**

- Elabora proyectos al aseguramiento de calidad y administrativos.
- Revisa los documentos necesarios para el funcionamiento de la empresa, con énfasis a la norma ISO 9000:2000.
- Dar trazabilidad a los procesos de aseguramiento de calidad, para las actividades de producción.

#### **3.4.1.1.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 26 a 40 años.
- Sexo masculino o femenino.
- Estado civil soltero o casado.
- Grado académico en ingeniería industrial con conocimiento en procesos de productos de madera.
- Preferencia con maestría en control y aseguramiento de calidad.

#### **3.4.1.1.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de cuatro años en puestos similares.
- Liderazgo.

- Creativo y emprendedor.
- Analítico.
- Conocimiento en el área forestal y producción.
- Buenas relaciones interpersonales.
- Conocimiento en norma ISO 9000:2000 y sello verde (preferiblemente).

#### **3.4.1.2. Analista de calidad**

Las características y especificaciones del puesto del analista de calidad son las siguientes:

##### **3.4.1.2.1. Descripción general del puesto**

Encargado de digitar los datos generados del sistema de control de calidad, elabora el informe por departamentos de las actividades de control de calidad y desarrolla actividades para mejorar el sistema.

##### **3.4.1.2.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

###### **3.4.1.2.2.1. Atribuciones**

- Velar por mantener en orden los registros y carpetas del sistema de control de calidad.
- Responsable del manejo de los formatos del sistema de calidad de acuerdo a cada departamento del aserradero.

- Controlar el funcionamiento del programa para el manejo de datos y elaboración de informes de manera quincenal.
- Colaborar y participar en todas las actividades relacionadas al departamento, que sean necesarias de acuerdo a la naturaleza de su trabajo.
- Elabora los instructivos del departamento de aseguramiento de calidad, así como los de otros departamentos del Aserradero San Jorge.

#### **3.4.1.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el gerente de producción, gestor de calidad, supervisores, operarios y ayudantes.

#### **3.4.1.2.3. Autoridad**

- Posee autoridad de línea directa hacia los supervisores, operarios y ayudantes, de acuerdo a la jerarquía establecida en la estructura organizacional de la empresa.
- Cumple las funciones del gestor de calidad cuando por diferentes motivos no este en la empresa.

#### **3.4.1.2.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 23 años en adelante
- Sexo masculino o femenino.
- Estado civil soltero.

- Estudiante de séptimo semestres de ingeniería industrial o forestal.

#### **3.4.1.2.4. Características deseables**

- Experiencia de un año en puesto similar.
- Visionario y creativo.
- Liderazgo.
- Analítico.
- Conocimiento sobre el área forestal y manejo de programas de computación.
- Con deseo de superación y de aprender.

#### **3.4.1.3. Supervisor e inspector de materia prima**

Las características y especificaciones del puesto del supervisor e inspector de materia prima son las siguientes:

##### **3.4.1.3.1. Descripción general del puesto**

Es encargado del control de proceso de horneado, por lo que su responsabilidad empieza por la preparación de los hornos y vela por el comportamiento de la madera (estrés y tensión), además cumpliendo con los requisitos de la humedad en las diferentes especies.

##### **3.4.1.3.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **3.4.1.3.2.1. Atribuciones**

- Controlar el ingreso de las trozas, cumpliendo con las especificaciones requeridas.
- Inspeccionar la manera que se ingresa las torres de piezas de madera en el horno, para el cumplimiento de las especificaciones del secado.
- Realizar mediciones de humedad antes, durante y después del proceso de secado en hornos.
- Efectuar pruebas de tensión, de piezas de dos pulgadas.
- Informar al gestor de calidad y/o gerente de calidad sobre los registros generados en el proceso.

#### **3.4.1.3.2.2. Relaciones de trabajo**

- Con el administrador, gerente de producción, gestor de calidad, analista de calidad, operarios y ayudantes.

#### **3.4.1.3.2.3. Autoridad**

- Autoriza los procesos de ecualización y acondicionamiento de la madera para alcanzar el margen de humedad permitido.
- Controla el funcionamiento de la caldera y el material de desecho para su funcionamiento.
- Controla el manejo de piezas de madera del aserradero al horno, así como su entrada y salida de la bodega.
- Responsable en el manejo, control y corrección del proceso de secado en los hornos.

#### **3.4.1.3.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 30 años en adelante
- Sexo masculino.
- Estado civil casado.
- Técnico en mantenimiento de calderas.

#### **3.4.1.3.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de cinco años en manejo y mantenimiento de calderas.
- Preparación en controles de calidad en la recepción como el manejo de inventarios de materia prima.
- Responsable.
- Liderazgo.
- Conocimiento de procesos y pruebas de aseguramiento de calidad en el proceso de secado.

#### **3.4.1.4. Supervisor e inspector de corte basto**

Las características y especificaciones del puesto del supervisor e inspector de corte basto son las siguientes:

#### **3.4.1.4.1. Descripción general del puesto**

Es encargado de controlar que las medidas sean las indicadas en las hojas de ruta, además es el encargado de aplicar los intervalos de aceptación, para poder obtener la medida precisa en las demás operaciones.

#### **3.4.1.4.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

##### **3.4.1.4.2.1. Atribuciones**

- Controlar el ingreso de piezas de madera, cumpliendo con las especificaciones requeridas en la hoja de ruta<sup>16</sup>.
- Inspeccionar el corte de las piezas, cumpliendo con las medidas de ancho, largo y alto.
- Controlar y registrar las cantidades de piezas en pies tablares, de acuerdo a la calidad de madera.

##### **3.4.1.4.2.2. Relaciones de trabajo**

- Gerente de producción, gestor de calidad, analista de calidad, operarios y ayudantes.

---

<sup>16</sup> Hoja de ruta contiene las especificaciones de producción y calidad.



#### **3.4.1.4.2.3. Autoridad**

- Autoriza los procesos de corte de piezas, minimizando los desperdicios.
- Dar trazabilidad a la pieza que cumpla con las especificaciones y dar de baja la pieza, cuando no cumplen con lo especificado.
- Controla el funcionamiento de la máquina desorilladora y el mantenimiento de acuerdo sus horas de trabajo.
- Controla el manejo de piezas de madera, de acuerdo con los productos a producir en la siguiente operación, así como su entrada y salida de la bodega.
- Responsable en la asignación de madera de acuerdo a la hoja de producción.

#### **3.4.1.4.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 30 años en adelante
- Sexo masculino.
- Estado civil casado.
- Técnico en mantenimiento de maquinaria industrial o perito industrial.
- Conocimientos en procesos, además de clasificación de madera por defectos naturales y de producción.

#### **3.4.1.4.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de cinco años en manejo y mantenimiento de maquinaria.
- Preparación en controles de calidad en la recepción piezas producidas de acuerdo los criterios de aceptación y rechazo.
- Responsable y dinámico.
- Liderazgo.
- Conocimiento de procesos y pruebas de aseguramiento de calidad en el proceso de corte.

#### **3.4.1.5. Supervisor e inspector de maquinado**

Las características y especificaciones del puesto del supervisor e inspector de maquinado son las siguientes:

##### **3.4.1.5.1. Descripción general del puesto**

Es el encargado de supervisar el área de maquinado realice las indicaciones de acuerdo a la hoja de ruta, controla que las medidas estén dentro del intervalo después de cortar, lijar y cepillar las piezas.

##### **3.4.1.5.2. Especificaciones generales del puesto**

Las especificaciones del puesto son las siguientes:

#### **3.4.1.5.2.1. Atribuciones**

- Informar al gestor de calidad y/o gerente de calidad sobre los registros generados en el proceso.
- Controlar e inspeccionar que las piezas estén elaboradas de acuerdo a la hoja de ruta y en caso de no cumplir con las especificaciones.
- Realizar mediciones y muestreo de manera aleatoria, dependiendo del tamaño del lote.
- Verificando las primera cinco piezas de la orden de producción, si no cumplen informar al gerente de producción para corrección de especificaciones.

#### **3.4.1.5.2.2. Relaciones de trabajo**

- Gerente de producción, gestor de calidad, analista de calidad, operarios y ayudantes.

#### **3.4.1.5.2.3. Autoridad**

- Dar trazabilidad a la pieza que cumpla con las especificaciones y dar de baja a la pieza, cuando no cumplen con lo especificado.
- Autorizar los cambios de medidas de las máquinas, así como el mantenimiento necesario para su óptimo funcionamiento.

#### **3.4.1.5.3. Perfil del puesto**

- Edad requerida de 30 años en adelante.
- Sexo masculino.
- Estado civil casado.
- Técnico en carpintería y/o mantenimiento de maquinaria industrial.

#### **3.4.1.5.4. Características deseables**

- Experiencia mínima de cinco años en procesos de carpintería.
- Preparación en controles de calidad en la recepción y clasificación de piezas procesadas.
- Responsable y analítico.
- Capacidad de decisión.
- Liderazgo.
- Conocimiento de procesos y pruebas de aseguramiento de calidad en el proceso de productos elaborados en el Aserradero San Jorge.

### **3.5. Diagrama de flujo de operaciones**

A continuación se describen por medio de diagramas de flujo de operaciones que realizan actualmente y a la vez se ilustraran los diagramas propuestos con las actividades de inspección de calidad, necesarias para la implantación del sistema de control de calidad para la especie de pino en el Aserradero San Jorge.

### 3.5.1. Diagrama actual de flujo de operaciones

En el diagrama de flujo de operaciones, se describen las operaciones sin un control y aseguramiento de la calidad, en actividades de producción.

Tabla III. Diagrama actual de flujo del curso del proceso

Diagrama de operación Flujo de proceso actual  
 Operación Corte de troza de pino  
 Planta Aserradero Departamento Producción  
 Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta  
 Dibujo No 1 Parte No 2  
 Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo  
 Fecha 18/06/2005

Descripción de actividades	Operación	Transporte	Almacenamiento	Inspección y operación	Demora	Tiempo	Distancia
						Seg	Mts
1 Área de troza	○	→	▽	□	□		
2 Colocar troza en carro	●	→	▽	□	□	8 32	
3 Agregar aceite quemado	●	→	▽	□	□	14 77	
4 Sujetar troza con seguros	●	→	▽	□	□	5 18	
5 Inspeccionar e indicarla medida a cortar	○	→	▽	□	□	1 93	
6 Graduar el corte	○	→	▽	□	□	6 55	
7 Trasladar troza	○	→	▽	□	□	6 96	2 77
8 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8 00	
9 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	7 27	2 77
10 Inspeccionar e indicarla medida a cortar	○	→	▽	□	□	1 56	
11 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	2 24	
12 Trasladar troza II	○	→	▽	□	□	2 77	2 77
13 Cortar troza	●	→	▽	□	□	7 97	
14 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	7 82	2 77
15 Liberar graduación de corte	○	→	▽	□	□	3 45	
16 Destruir troza de los seguros	●	→	▽	□	□	5 06	
17 Cambiar área de corte	○	→	▽	□	□	6 56	
18 Sujetar troza	●	→	▽	□	□	4 62	
19 Inspeccionar e indicarla medida a cortar	○	→	▽	□	□	2 14	
20 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	6 07	
21 Trasladar troza	○	→	▽	□	□	7 02	2 77
22 Cortar troza	●	→	▽	□	□	9 12	
23 Regresar troza	○	→	▽	□	□	8 54	2 77
24 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	1 14	
25 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	2 04	
26 Trasladar troza II	○	→	▽	□	□	3 18	2 77
27 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8 37	
28 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	8 49	2 77
29 Liberar graduación de corte	○	→	▽	□	□	3 36	
30 Destruir troza de los seguros	●	→	▽	□	□	6 78	

Continuación.

Diagrama de operación Flujo de proceso actual

Operación Corte de troza de pino

Planta Aserradero Departamento Producción

Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta

Dibujo No 2 Parte No 2

Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo

Fecha 18/06/2005

Tablero resumen

Operación  
Inspección y  
operación  
Transporte

Demora

Almacenamiento

Total

Cantidad	Tiempo (hr.)	Distancia (mt.)
25	0.04770	0
16	0.01280	0
17	0.03180	76.2'
0	0	0
2	0	0
<b>60</b>	<b>0.09240</b>	<b>76.21</b>

Descripción de actividades	Operación	Transporte	Almacenaje	Inspección y operación	Demora	Tiempo	Distancia
						Seg	Mts
31 Cambiar área de corte	●	→	▽	□	□	7.23	
32 Sujetar troza	●	→	▽	□	□	6.96	
33 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	2.10	
34 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	5.99	
35 Trasladar troza I	○	→	▽	□	□	6.73	2.77
36 Cortar troza	●	→	▽	□	□	7.96	
37 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	7.57	2.77
38 Inspeccionar e indicar medida a cortar II	○	→	▽	□	□	1.16	
39 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	2.27	
40 Trasladar troza II	○	→	▽	□	□	3.12	2.77
41 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8.2'	
42 Regresar de troza I	○	→	▽	□	□	8.60	2.77
43 Liberar graduación de corte	●	→	▽	□	□	4.27	
44 Destrabar troza de los seguros	●	→	▽	□	□	5.14	
45 Cambiar área de corte	●	→	▽	□	□	5.75	
46 Sujetar troza	●	→	▽	□	□	6.54	
47 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	1.53	
48 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	6.30	
49 Trasladar troza I	○	→	▽	□	□	8.7'	2.77
50 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8.35	
51 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	8.10	2.77
52 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	○	→	▽	□	□	1.13	
53 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	2.18	2.77
54 Trasladar troza II	○	→	▽	□	□	1.87	
55 Cortar troza	●	→	▽	□	□	7.35	
56 Trasladar piezas	○	→	▽	□	□	5.44	10.66
57 Destrabar piezas de seguros	●	→	▽	□	□	7.61	
58 Descargar pieza	●	→	▽	□	□	4.92	
59 Trasladar pieza	○	→	▽	□	□	29.78	24
60 Área de carga	○	→	▽	□	□		

### 3.5.2. Diagrama propuesto de flujo de operaciones

En el diagrama de flujo de operaciones, se describen las operaciones de control y aseguramiento de la calidad, en actividades de producción.

Tabla IV. Diagrama propuesto de flujo del curso del proceso

Diagrama de operación Flujo de proceso propuesto  
 Operación Corte de troza de pino secado en horno y cepillado  
 Planta Aserradero Departamento Producción  
 Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta horno y cepillo  
 Dibujo No 1 Parte No 2  
 Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo  
 Fecha 18/06/2005

Descripción de actividades	Operación	Transporte	Almacenaje	Inspección y operación	Demora	Tiempo	Distancia
						Seg	Mts
1 Área de troza	○	→	▽	□	□		
2 Colocar troza en carro	●	→	▽	□	□	8 32	
3 Agregar aceite quemad	●	→	▽	□	□	14 77	
4 Sujetar troza con seguros	●	→	▽	□	□	5 18	
5 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	1 93	
6 Graduar el corte	○	→	▽	□	□	6 55	
7 Trasladar troza	○	→	▽	□	□	6 96	2 77
8 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8 00	
9 Regresar troza	○	→	▽	□	□	7 27	2 77
10 Inspeccionar e indicarla medida a cortar	○	→	▽	□	□	1 56	
11 Graduar el corte II	○	→	▽	□	□	2 24	
12 Trasladar troza I	○	→	▽	□	□	2 77	2 77
13 Cortar troza	●	→	▽	□	□	7 97	
14 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	7 82	2 77
15 Liberar graduación de corte	●	→	▽	□	□	3 45	
16 Destruir troza de los seguros	●	→	▽	□	□	5 06	
17 Cambiar área de corte	●	→	▽	□	□	6 56	
18 Sujetar troza	●	→	▽	□	□	4 62	
19 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	2 14	
20 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	6 07	
21 Trasladar troza	○	→	▽	□	□	7 02	2 77
22 Cortar troza	●	→	▽	□	□	9 12	
23 Regresar troza	○	→	▽	□	□	8 54	2 77
24 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	○	→	▽	□	□	1 14	
25 Graduar el corte II	○	→	▽	□	□	2 04	
26 Trasladar troza I	○	→	▽	□	□	3 18	2 77
27 Cortar troza	●	→	▽	□	□	8 37	
28 Regresar de troza	○	→	▽	□	□	8 49	2 77
29 Liberar graduación de corte	●	→	▽	□	□	3 35	
30 Destruir troza de los seguros	●	→	▽	□	□	6 75	
31 Cambiar área de corte	●	→	▽	□	□	7 23	
32 Sujetar troza	●	→	▽	□	□	6 96	
33 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	□	2 10	
34 Graduar el corte I	○	→	▽	□	□	5 95	
35 Trasladar troza I	○	→	▽	□	□	6 73	2 77

Continuación.

Diagrama de operación Flujo de proceso propuesto

Operación Corte de troza de pino secado en horno y cepillado

Planta Aserradero

Departamento Producción

Estación 2

Máquina típ. Sierra de cinta horno y cepillo

Dibujo No 2

Parte No 2

Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo

Fecha 18/06/2005

Tablero resumen

Operación  
Inspección y  
operación  
Transporte  
Demora  
Almacenamiento

	Cantidad	Tiempo (hr.)	Distancia (mt.)
Operación	28	0 57549	0
Inspección y operación	19	42 73380	0
Transporte	19	0 28672	110 32
Demora	-	0 11667	0
Almacenamiento	2	0	0
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>43.71278</b>	<b>110.32</b>

Descripción de actividades	Operación	Transporte	Almacenamiento	Inspección y operación	Demora	Tiempo	Distancia
	○	→	▽	□	D	Seg	Mts
36 Cortar troza	●	→	▽	□	D	7 96	
37 Regresar troza	○	→	▽	□	D	7 57	2 77
38 Inspeccionar e indicar medida a cortar I	○	→	▽	□	D	1 16	
39 Graduar el corte I	○	→	▽	□	D	2 27	
40 Trasladar troza II	○	→	▽	□	D	3 12	2 77
41 Cortar troza	●	→	▽	□	D	8 21	
42 Regresar de troza I	○	→	▽	□	D	8 60	2 77
43 Liberar graduación de corte	○	→	▽	□	D	4 27	
44 Destrabar troza de los seguros	○	→	▽	□	D	5 14	
45 Cambiar área de corte	○	→	▽	□	D	5 78	
46 Sujetar troza	○	→	▽	□	D	6 54	
47 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	→	▽	□	D	1 53	
48 Graduar el corte I	○	→	▽	□	D	6 30	
49 Trasladar troza	○	→	▽	□	D	8 7	2 77
50 Cortar troza	●	→	▽	□	D	8 38	
51 Regresar troza	○	→	▽	□	D	8 10	2 77
52 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	○	→	▽	□	D	1 13	
53 Graduar el corte I	○	→	▽	□	D	2 18	2 77
54 Trasladar troza II	○	→	▽	□	D	1 87	
55 Cortar troza	●	→	▽	□	D	7 38	
56 Trasladar piezas	○	→	▽	□	D	5 44	10 66
57 Destrabar piezas de seguros	○	→	▽	□	D	7 61	
58 Descargar pieza	○	→	▽	□	D	4 92	
59 Estibar pieza	○	→	▽	□	D	22	
60 Esperar para completar altura de tarima	○	→	▽	□	D	420	
61 Trasladar tarima a hornoc	○	→	▽	□	D	150	24
62 Seleccionar 8 muestras	○	→	▽	□	D	780	
63 Estibar tarimas	○	→	▽	□	D	1800	
64 Secar piezas de madera (Tecnología acelerada)	○	→	▽	□	D	153000	
65 Trasladar tarima a área de cepillado	○	→	▽	□	D	300	12
66 Cepillar pieza	○	→	▽	□	D	33 58	
67 Clasificar y marcar piezas por calidad	○	→	▽	□	D	15	
68 Colocar en tarima por calidad	○	→	▽	□	D	45	
69 Trasladar tarimas a bodega	○	→	▽	□	D	480	30
70 Área de almacenaje	○	→	▽	□	D		



### 3.6. Diagrama de proceso de operaciones

Se describen las operaciones en las que intervienen en el proceso de corte troza de pino.

#### 3.6.1. Diagrama actual de proceso de operaciones

En la actualidad las operaciones se realizan como todo aserradero que no posea un departamento de aseguramiento de calidad.

Tabla V. Diagrama actual de curso del proceso de operaciones

Diagrama de operación De proceso de operación actual  
 Operación Corte de troza de pino  
 Planta Aserradero Departamento Producción  
 Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta  
 Dibujo No 1 Parte No 2  
 Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo  
 Fecha 18/06/2005

	Descripción de actividades	Operación	Inspección	Inspección y operación	Tempo
					Seg
1	Colocar troza en carro	●	□	□	8 32
2	Agregar aceite quemado	●	□	□	14 77
3	Sujetar troza con seguros	●	□	□	5 18
4	Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	□	□	1 93
5	Graduar el corte	○	□	□	6 5€
6	Cortar troza	●	□	□	8 0€
7	Inspeccionar e indicarla medida a cortar	○	□	□	1 5€
8	Graduar el corte I	○	□	□	2 24
9	Cortar troza	●	□	□	7 97
10	Liberar graduación de corte	●	□	□	3 45
11	Destruir troza de los seguros	●	□	□	5 06
12	Cambiar área de corte	●	□	□	6 5€
13	Sujetar troza	●	□	□	4 62
14	Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	○	□	□	2 14
15	Graduar el corte I	○	□	□	6 07
16	Cortar troza	●	□	□	9 12
17	Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	○	□	□	1 14
18	Graduar el corte I	○	□	□	2 04
19	Cortar troza	●	□	□	8 37
20	Liberar graduación de corte	●	□	□	3 3€

Continuación.

Diagrama de operaci3n De proceso de operaci3n actual  
 Operaci3n Corte de troza de pino  
 Planta Aserradero Departamento Producci3n  
 Estaci3n 2 M3quina tipc Sierra de cinta  
 Dibujo No 2 Parte No 2  
 Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo  
 Fecha 18/06/2005

	Cantidad	Tiempo (hr.)
Operaci3n	25	0.0477C
Inspecci3n	0	0
Inspecci3n y operaci3n	16	0.0128E
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>0.0606C</b>

Descripci3n de actividades	Operaci3n	Inspecci3n	Inspecci3n y operaci3n	Tiempo
				Seg
2' Destrabar troza de los seguros	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6.7E
22 Cambiar 3rea de corte	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.23
23 Sujetar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6.9E
24 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	2.10
25 Graduar el corte I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	5.9E
26 Cortar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.9E
27 Inspeccionar e indicar medida a cortar II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	1.16
28 Graduar el corte I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	2.27
29 Cortar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8.2'
30 Liberar graduaci3n de corte	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4.27
31 Destrabar troza de los seguros	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5.14
32 Cambiar 3rea de corte	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5.7E
33 Sujetar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6.54
34 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	1.5E
35 Graduar el corte I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	6.3C
36 Cortar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8.3E
37 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	1.13
38 Graduar el corte I	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	2.18
39 Cortar troza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.3E
4C Destrabar pieza de seguros	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.6'
4' Descargar pieza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4.92
42	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
43	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
44	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
47	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

### 3.6.2. Diagrama propuesto de proceso de operaciones

La propuesta de las operaciones se realizara en el Aserradero San Jorge con el departamento de aseguramiento de calidad.

Tabla VI. Diagrama propuesto de curso del proceso de operaciones

Diagrama de operación De proceso de operación propuesto  
 Operación Corte de troza de pino secado en horno y cepillado  
 Planta Aserradero Departamento Producción  
 Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta horno y cepillo  
 Dibujo No 1 Parte No 2  
 Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo  
 Fecha 18/06/2005

Descripción de actividades	Operación	Inspección	Inspección v operación	Tiempo
				Seg
1 Colocar troza en carro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 32
2 Agregar aceite quemado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14 77
3 Sujetar troza con seguros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 18
4 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 93
5 Graduar el corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 55
6 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 00
7 Inspeccionar e indicarla medida a cortar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 56
8 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 24
9 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 97
10 Liberar graduación de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 45
11 Destruir troza de los seguros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 06
12 Cambiar área de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 56
13 Sujetar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 62
14 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 14
15 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 07
16 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9 12
17 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 14
18 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 04
19 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 37
20 Liberar graduación de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 36
21 Destruir troza de los seguros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 78
22 Cambiar área de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 23
23 Sujetar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 96
24 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 10
25 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5 96
26 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 96
27 Inspeccionar e indicar medida a cortar II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 16
28 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 27
29 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 2'
30 Liberar graduación de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 27

Continuación.

Diagrama de operación De proceso de operación propuesto

Operación Corte de troza de pino secado en horno y cepillado

Planta Aserradero Departamento Producción

Estación 2 Máquina tipo Sierra de cinta horno y cepillo

Dibujo No 2 Parte No 2

Diagramado por Juan Pablo Rafael Acevedo

Fecha 18/06/2005

Operación

Inspección

Inspección y  
operación

**Total**

Cantidad Tiempo (hr.)

25	0 575489
0	0
19	42 73390
<b>48</b>	<b>43.30939</b>

Descripción de actividades	Operación	Inspección	Inspección y operación	Tempo
				Seg
31 Destabar troza de los seguros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 14
32 Cambiar área de corte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5 75
33 Sujetar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 54
34 Inspeccionar e indicarla medida a cortar I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 53
35 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 30
36 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 35
37 Inspeccionar e indicarla medida a cortar II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 13
38 Graduar el corte I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 18
39 Cortar troza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 35
40 Destabar pieza de seguros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 6'
41 Descargar pieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 92
42 Estibar pieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22
43 Seleccionar 8 muestras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	780
44 Estibar tarimas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1800
45 Secar la madera <small>Tecnología acelerada</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	153000
46 Cepillar pieza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33 5€
47 Clasificar y marca piezas por calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15
48 Colocar en tarima por calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45
49	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
53	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
54	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
56	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
57	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

### **3.7. Análisis de los diagramas actual y propuesto de flujo de operaciones**

La diferencia de operaciones, en relación al tiempo en el diagrama propuesto, sea una cantidad significativa al actual, la mayor parte del tiempo se lleva el proceso de secado en horno, por lo que se debe de optimizar el proceso de corte de troza, maximizar la cantidad de pies tablares secados en los hornos.

El valor que adquieren las piezas, hace que aumentan significativamente las utilidades de la empresa.

### **3.8. Descripción de operaciones de control de calidad**

Es necesario asegurar características de las piezas de madera, como el espesor, el contenido de humedad inicial y final esperado, velocidad y tensiones de crecimiento, tipo de suelo, componente de madera juvenil y esquema de corte en aserradero, entre otras:

*“Obligan y comprometen la necesidad de disponer de un mayor conocimiento tanto de tecnologías como de procesos y tratamientos que permitan alcanzar un mayor grado de certidumbre en el aseguramiento de la calidad del producto final del secado, y de esta manera poder elegir, para cada caso, la tecnología, el equipo y el programa más adecuados a los propósitos del cliente, con la mayor productividad y rentabilidad en la operación”<sup>17</sup>.*

---

<sup>17</sup> José Pezo, Jefe de Secado de Aserraderos Arauco, S.A. Chile. 2002.

### **3.8.1. Secado de la madera en hornos<sup>18</sup>**

Hoy en día el secado industrial o artificial de la madera es un tema estratégico para las empresas ya que los usos racionales de la madera verde son reducidos. Las cifras así lo demuestran: de cada 10 pedidos o productos nuevos, ocho son solicitados secos.

Esto se debe principalmente a las exigencias de los mercados tanto nacionales como internacionales. Cada día se atacan nichos más específicos con requerimientos particulares de calidad.

La humedad final depende del uso y aplicación. En el ámbito de las exportaciones lo que se vende, en general, es la madera seca, tanto por razones sanitarias como de calidad del producto.

Permite un mejor manejo financiero producto de una mayor rotación y bajos stocks. Es más rápido, se realiza en horas o a lo más en días, en cambio, el natural es lento (semanas y meses). Esta rapidez permite planificarse y comprometer volúmenes con los clientes.

Además, no se ve afectado por las condiciones climáticas ya que se realiza en un ambiente controlado. En términos de costos hay ahorros porque el espacio para el manejo de la madera disminuye. Uno de los beneficios más importantes del secado de madera es el control de hongos. Actualmente hay presiones para evitar el uso de químicos en el control de plagas, y el secado a ciertas temperaturas controla la aparición de nematodos u hongos.

---

<sup>18</sup> Revista LIGNUM. Reportaje de secado de madera pino. Chile. Septiembre 2002.

*Esto facilita la exportación, ya que algunos países, como China, exigen tratamiento de calor para evitar los nematodos. Agrega que “también se mejora la estabilidad dimensional, las propiedades físicas y mecánicas y las condiciones para realizar las operaciones en la madera y se transforma en un producto de mayor gama de usos”<sup>19</sup>.*

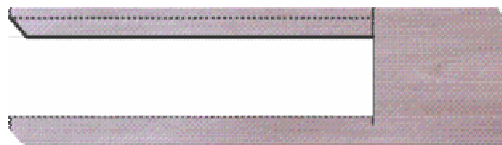
### **3.8.2. Pruebas estrés**

Esta prueba sirve para comprobar si el acondicionamiento fue el adecuado en el proceso de secado en el horno con lo cual se puede comprobar el comportamiento de la madera al momento de ser maquinada, el cual se realiza de varias maneras, dependiendo de las áreas de la madera a ser analizada, las más utilizadas son las siguientes:

#### **3.8.2.1. Prueba transversal**

Es también llamada prueba de horquilla, describe el comportamiento de la madera al ser maquinada.

Figura 28. Prueba de transversal o de horquilla



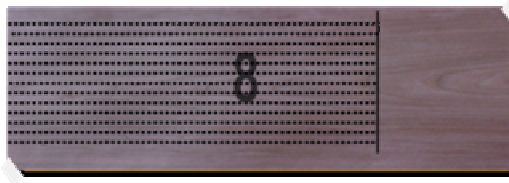
---

<sup>19</sup> José Pezo, Jefe de Secado de Aserraderos Arauco, S.A. Chile

### 3.8.2.2. Prueba de longitudinal

En la prueba se realizan varios cortes en la pieza con una separación 1/16 de pulgada, que es la distancia que deja la sierra, describe el comportamiento de madera al ser procesada de madera continua.

Figura 29. Prueba longitudinal



### 3.8.3. Clasificación de calidad de la madera

Es necesario identificar los defectos de la madera, por intervalo de calidad.

#### 3.8.3.1. Tipos de clasificación de calidad de las piezas de madera de especie de pino

- **Cepillado rústico:** consiste en el acabado que proporciona el cepillo a la pieza para ajustar la medida en el grosor requerido para el cepillado fino.
- **Rajadura o grieta:** característica de la superficie y orilla de la tabla de madera, que aparece en el proceso de secado.
- **Pandeo:** característica de la madera, cuando sus dimensiones son las mismas, pero varía la forma de la pieza.



- **Cantos redondeados:** filo u orilla que presenta forma redondeada.
- **Grada de sierra:** característica del desajuste de la cinta de la sierra, realiza ondulaciones en el corte de la superficie de madera.
- **Mancha:** propiedad de la madera que depende de la especie, regularmente aparecen en el proceso de secado, teniendo coloraciones como rojiza, café, azul, verde, etc.
- **Veta de ocote:** conjunto de fibras que se extiende por la madera de tamaño variable, con contenido de la sustancia de brea.
- **Nudo vivo:** consiste en el crecimiento de las ramas en el tronco del árbol, con la característica de que no se desprende de la superficie de madera y su orilla carece de corteza.
- **Nudo muerto:** consiste en el crecimiento de las ramas en el tronco del árbol, con la característica de que se desprende de la superficie de madera y su orilla posee corteza.
- **Ocote:** característica propia de la especie de pino, siendo la parte del tronco mas cercana a la raíz, con consistencia pegajosa.
- **Corazón:** es la parte con la fibra suave y fina, es el centro de la troza de madera.
- **Bolsas de brea:** conjunto de brea de variable tamaño que se encuentra en la superficie de madera.
- **Corteza:** parte que cubre la madera del ambiente y dura, comúnmente sin utilidad en la fabricación de muebles.
- **Picadura de insecto:** daño ocasionado por los insectos a la madera, siendo de manera superficial o interna.

- **Madera podrida:** acción de descomposición de la madera, perdiendo sus propiedades físicas y químicas.

### 3.8.3.2. Intervalos de calidad para la aceptación de las piezas de madera de especie de pino

- **Calidad “Selecta”:** es aquella madera seleccionada que no tiene prácticamente imperfecciones, es decir carece de defectos y que permitirá un mayor aprovechamiento de la misma en la elaboración de producto.
- **Calidad “A”:** significa invariablemente madera limpia o seleccionada, con una proporción de aceptación de las características de la madera de pino, hasta un máximo de 10% en función del área total, lo cual es válido para otras especies de madera. Ver figura 30.
- **Calidad “B”:** presenta características propias de la madera en un grado de mayor cantidad, hasta un 40% de aceptación como máximo, en función del área total. Ver figura 31.
- **Calidad “C”:** presentará características propias de la madera en una proporción mayor, hasta un máximo de 75% en función del área total. Ver figura 32.
- **Calidad “Z”:** es la última de las clasificaciones, en la superficies presenta en su totalidad imperfecciones, las cuales representa un rechazo para la producción de artículos de calidad, por lo que se utilizan en la fabricación de productos como tarimas, polines, etc., y en caso de no poder crear productos son utilizados para la incineración y producción de energía para el aserradero. Ver figura 33.

Tabla VII. Clasificación por defectos de la madera de pino

Especie	Pino				
Clasificación de calidad	Selecta	A	B	C	Z
Porcentaje de aceptación del defecto	0% - 5%	6% - 10%	11% - 40%	41% - 75%	76% - 100%
Cepillado rústico					
Nudos vivos o muertos					
Duramen o corazón					
Rajaduras o grietas					
Pandeo			1/8" - 1/2"	1/8" - 1"	
Cantos redondeados					
Grada de cepillo					
Mancha azul					41% - 100%
Bolsas de brea					
Veta de ocote					
Picadura de insectos					
Ocote					
Superficie podrida					
Rajadura generalizada					
Corteza					

No aplica a la clasificación de calidad



Si aplica a la clasificación de calidad



### 3.8.4. Control de la humedad en el proceso de secado

En el control del proceso se deben de tomar en cuenta las variables como el espesor, el contenido de humedad inicial y final esperado, velocidad y tensiones de crecimiento, tipo de suelo, componente de madera juvenil y esquema de corte en aserradero.

Esto obliga y compromete la necesidad de disponer de un mayor conocimiento tanto de tecnologías como de procesos y tratamientos que permitan alcanzar un mayor grado de certidumbre en el aseguramiento de la calidad del producto final del secado, y de esta manera poder elegir, para cada caso, la tecnología, el equipo y el programa más adecuados a los propósitos del cliente, con la mayor productividad y rentabilidad en la operación”.

Tabla VIII. Tecnología usada en el proceso de secado de madera

Tipo de tecnología	Velocidad aire (m/s)	Temperatura de trabajo	Potencia térmica (KW/m <sup>3</sup> )	Tiempo de secado (Hrs) (espesor de 40mm)
Convencional	Menor a 3	Menor a 90°C	8 a 12	80 a 100
Acelerado	4 a 6	80° C a 100° C	24 a 36	35 a 50
Alta temperatura	6 a 8	120° C a 150° C	50 a 85	16 a 22
Ultra alta temperatura	8 a 12	160° C a 240° C	Mayor a 100	Menor a 10

Fuente: José Pezo, Jefe de secado de Aserraderos Arauco, S.A. Chile

#### **3.8.4.1. Selección de piezas**

La clasificación de las piezas después del proceso de secado, se realiza en la salida de los cepillos, con lo cual se pueden observar mejor las características de los defectos que se produjeron durante el secado de la madera, de acuerdo los intervalos de aceptación y rechazo.

#### **3.8.4.2. Control de piezas de 2 pulgadas**

Las piezas de dos pulgadas, son necesarias para el inicio del proceso de secado, están son obtenidas cuando se selecciona la pieza de 30 pulgadas, recién cortada del aserradero, por lo general se llama piezas verdes. El otro juego de piezas son cuando se corta la pieza de 28 pulgadas, cuando se ha cumplido con el proceso de secado, son empleadas en el proceso de secado en horno alterno.

#### **3.8.4.2.1. Control de piezas de 28 pulgadas**

Estas piezas son las que sirven para verificar el comportamiento del contenido de humedad (CH), en el proceso de secado en hornos de la madera la cual es importante estar midiendo el peso, con lo cual obtenemos el margen deseado.

#### **3.8.4. Importancia de las operaciones de control de calidad**

Las operaciones dentro del sistema de calidad son fundamentales para el aserradero, ya que permite exportar a países con una fuerte demanda en piezas de madera, además puede ampliar sus procesos, para la fabricación de muebles de madera.



## **4. ACTIVIDADES ESPECIFICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EL ASERRADERO SAN JORGE**

### **4.1. Manual de control de calidad**

Documento que describe la política de calidad de Aserradero San Jorge, así como las actividades técnicas planificadas para hacerlas cumplir mediante el sistema de calidad.

### **4.2. Inspección de calidad de madera**

La actividad que se realiza dentro del sistema de calidad, es de gran importancia ya que es la base de la clasificación de las piezas producidas, por lo tanto se debe de realizar de manera apegada a los criterios e intervalos de aceptación y rechazo.

#### **4.2.1. Descripción de la inspección de calidad de madera**

La pieza es tomada por el inspector o supervisor de corte basto, observaran las condiciones y características de la madera en las cuales les asignaran un criterio establecido por el departamento de aseguramiento de calidad. Después de la marcación con la letra establecida se colocaran en su respectiva tarima, y al finalizar las actividades se procederá a realizar el cálculo de los pies tablares obtenidos en cada clasificación.

#### 4.2.2. Instructivo de inspección de calidad de madera

	<p>Título:</p> <p style="text-align: center;"><b>Instructivo de inspección de calidad de madera</b></p>	<p>Fecha:</p> <p style="text-align: center;">18/06/2005</p>
---	---	---

El supervisor y/o inspector debe:

1. Tomar la tabla de la salida de la máquina cepilladora.
2. Observar la cantidad de defectos en la tabla de especificaciones por pieza de la especie de madera.

Calidad “selecta”: La madera no posee ningún defecto.

Figura 30. Ejemplo de calidad “A”



Figura 31. Ejemplo de calidad “B”



<p>Elaboró:</p> <p style="text-align: center;">Analista de calidad</p>	<p>Revisó:</p> <p style="text-align: center;">Gestor de calidad</p>	<p>Aprobó:</p> <p style="text-align: center;">Gerente general</p>
--	---	---



Figura 32. Ejemplo de calidad “C”



Figura 33. Ejemplo de calidad “Z”



3. Clasificar la madera de acuerdo a la codificación de calidad (selecta, A, B, C, Z) de la madera.
4. Escribir con crayón de cera la clasificación de la calidad de la madera, en la superficie.
5. Verificar que la tabla de madera sea colocada por la clasificación de acuerdo a la calidad, en sus respectivas tarimas.
6. Registrar en el formato de “inspección de calidad de madera”, anotando los datos en las casillas correspondientes, el cual lleva la información de calidad de madera, cantidad en pies tablares, numero de secado, número de horno, fecha y nombre del supervisor.
7. Entregar el registro “inspección de calidad de madera”, cuando ha sido finalizado la inspección al analista de calidad.

El formato anterior lleno de datos obtenidos en la inspección el registro que es archivado en el departamento de aseguramiento de calidad.

#### **4.2.3. Importancia de la inspección de calidad de madera**

La actividad de inspección de calidad de madera, brinda la posibilidad de poder ofrecer mejores productos, aumentando las utilidades de la empresa, porque pueden ofrecer diferentes precios dependiendo de la calidad de las piezas de madera de pino.

#### **4.3. Muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas**

De las piezas de pino recién cortadas se seleccionan 8 piezas las cuales no deben tener ningún defecto<sup>20</sup>, así en caso de que no haya piezas de esa medida se procede a cortarlas, porque debe de poseer 30 pulgadas de largo y 5 pulgadas de ancho.


##### **4.3.1. Descripción del muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas**

Seleccionar las 8 piezas, del lote que va a ser secado en los hornos, inspeccionando y evaluando que posean los criterios establecidos para esta actividad dentro del sistema de calidad, se procede a la marcaron de la pieza de 28 y 2 pulgadas, luego se procede a cortar la pieza 2 pulgadas.

---

<sup>20</sup> Descritos en el numeral 3.7.1.3.1. Tipos de clasificación de calidad de las piezas de madera de especie de pino

**4.3.2. Instructivo para el muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas**

	<p>Título:</p> <p><b>Instructivo para el muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas</b></p>	<p>18/06/2005</p>
---	---	-------------------

El inspector de calidad debe:

1. Seleccionar aleatoriamente 8 reglas de tarimas diferentes antes de introducirlas al horno, considerando tener representados los diferentes grosores y especies de madera que se van a cargar al horno. Deberá haber por lo menos una muestra por cada grosor de madera que se va a secar.
  - 1.1. Cortar la tabla de mayor o similar medida, en caso de no cumplir con el requerimiento del tamaño del elemento de la muestra, considera la cantidad de desperdicio del corte.
2. Medir con metro, el área del corte de 2 pulgadas a partir de la orilla, dejando la tabla de un tamaño de 28 pulgadas de longitud, como se muestra en la figura 34.

<p>Elaboró:</p> <p>Analista de calidad</p>	<p>Revisó:</p> <p>Gestor de calidad</p>	<p>Aprobó:</p> <p>Gerente general</p>
--	---	---------------------------------------

Figura 34. Piezas de 30 pulgadas



- 2.1. Numerar las piezas, como se muestra en la figura 35, utilizando el crayón cera.

Figura 35. Ilustración de control de piezas de 30 pulgadas



- 2.2. Cortar en cualquiera de las sierras despuntadoras, del departamento de corte basto, en el área marcada de 2 pulgadas y darle seguimiento a esta pieza de 2 pulgadas, de manejo de piezas y para la pieza de 28 pulgadas.

#### 4.3.3. Importancia del muestreo y corte de pieza de 30 pulgadas

Las piezas deben de ser de preferencia del intermedio de la troza de pino, ya que muchas veces si no cumplen con las características que debe de tener, no reflejan el nivel de humedad de la población de piezas que se encuentran dentro del horno.

#### **4.4. Manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas**


La operación de manejo de piezas de dos pulgadas, es necesario para poder conocer el comportamiento antes y después de haber realizado el proceso de secado en horno, por lo tanto se debe de tener mucho cuidado, en el manejo, porque son afectados los resultados por causas externas (humedad, temperatura ambiente, etc.)

##### **4.4.1. Descripción del manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas**

El manejo de las piezas de dos pulgadas, nos reflejan el contenido de humedad de las piezas de madera verde, con la operación de secado en horno alterno, en el cual las muestras son secadas, en un lapso de 24 horas, a una temperatura promedio de 80 a 100 ° C. Este control es necesario porque representa la muestra que va a ser secada en el horno, y por lo tanto se debe de guardar en bolsas plásticas en su manejo y transporte al área donde se realizan las pruebas e inspecciones.

Con las piezas secas, que son obtenidas al finalizar el secado en el horno, se retira 2 pulgadas de la muestra de 28 pulgadas y se realiza una prueba de horno alterna similar a la anterior pero en periodo no mayor de 10 horas estas deben de alcanzar el equilibrio en su peso, es decir que en la penúltima y última inspección de su peso debe de tener una gramo de diferencia.

#### 4.4.2. Instructivo para el manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas

	<p>Título:</p> <p><b>Instructivo para el manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas</b></p>	<p>18/06/2005</p>
---	--	-------------------

El inspector o supervisor de calidad debe:

1. Guardar las piezas al momento de cortarlas, protegiéndolas del ambiente guardándolas en una bolsa de plástico.
2. Pesar la pieza de madera verdes, en la balanza digital.
3. Registrar el peso en la hoja “control de secado de madera”, en la columna “peso inicial (gramos) de piezas de 2 pulgadas”.
4. Repetir los numerales 2 y 3 para las 7 piezas restantes.
5. Introducir las piezas en el horno.
6. Colocar las piezas con un espacio aproximado de 1 pulgada entre cada pieza, además de no estibar una pieza con otra.
7. Cerrar el horno.

<p>Elaboró:</p> <p>Analista de calidad</p>	<p>Revisó:</p> <p>Gestor de calidad</p>	<p>Aprobó:</p> <p>Gerente general</p>
--	---	---------------------------------------

8. Ajustar el horno, con las siguientes instrucciones:

8.1. Mover interruptor encendido/apagado, para encender el horno.

8.2. Colocar la perilla en el numeral que corresponda a 100°C.

9. Introducir termómetro, en la parte superior del horno.

Nota: La temperatura estará dentro del intervalo de 80°C a 100°C, los cambios de temperatura son afectados por la humedad de las piezas dentro de horno, por lo que el horno controla de manera automática el intervalo de temperatura, por medio de la luz indicadora de funcionamiento.

10. Mantener las piezas por 24 horas dentro del horno.

Nota: En la etapa final de secado, se debe de ajustar la perilla, para mantener la temperatura aproximada de 100 °C, porque el nivel de humedad ha descendido su porcentaje.

11. Extraer las piezas del horno.

12. Pesar las piezas.

13. Colocar la pieza en el área de pesado de la balanza, verificar que la pieza esta centrada sobre los cuatro sensores.

14. Registrar la lectura indicada en la balanza digital, anotando su peso final: en el formato de “hoja de control de secado de madera”, anotando el dato en gramos en la columna de “peso inicial de pieza de 28 pulgadas”.
15. Retirar la pieza y repetir los numerales 12 al 14 para cada una de las 7 muestras restantes.
16. Calcular en base a los datos el % de humedad de las piezas.
17. Registrar el resultado en la columna “% de humedad” de la “hoja de control de secado de madera”.

Nota: El control del secado de la madera del horno, corresponderá de aquí en adelante al supervisor de calderas.

Se pueden presentar rajaduras en las piezas de madera, las cuales se consideran normales para el proceso de secado descrito con anterioridad.

**Para el manejo de las piezas secas de 2 pulgadas provenientes del segundo corte de las tablas de 28 pulgadas ya secas.**

El supervisor de materia prima debe:

1. Pesar la pieza de madera seca, en la balanza digital, con un intervalo de 2 horas durante el día, comenzando a las 7:30 A.M. y finalizado a las 15:30 P.M. preferentemente.



2. Registrar ese peso en la hoja “programa de mediciones”, el cual debe de llevar los pesos en gramos de las inspecciones realizadas cada 2 horas, de las piezas de 2 pulgadas.
3. Repetir los numerales 1 y 2 para las demás piezas, y en cada intervalo,
4. Registrar el peso de secado de las piezas de 2 pulgadas, anotando los resultados obtenidos en el formato de “programa de mediciones”.

Nota: finalizar la prueba alterna en horno seco, cuando el porcentaje de cantidad de humedad esté dentro de una diferencia menor de 1 gramo de todas las piezas.

5. Registrar los datos de peso verde y peso seco en la columna del formato de “contenido de humedad y tensiones de madera salida de hornos”.
6. Calcular el % real M.C., con la siguiente formula:

$$\% \text{REAL M.C.} = \frac{\text{Medida en gramos húmeda} - \text{Medida en gramos seca}}{\text{Medida en gramos seca}} \times 100$$

7. Registrar los resultados obtenidos en el numeral 6, en la columna de % real del formato de “contenido de humedad y tensiones de madera salida de hornos”.

8. Registrar los resultados obtenidos en el numeral 6, en las tablas que se encuentra en la parte inferior del formato de “programa de mediciones.
9. Calcular el promedio de porcentaje real de humedad de las 8 piezas de 2 pulgadas.
10. Registrar en el cuadro que indica el “promedio % real”, “contenido de humedad y tensiones de madera salida de hornos”.

Nota: al calcular obtenemos valores mayores o igual al 0.5 aproximamos al valor entero superior:

Tolerancia<sup>21</sup>

7% +/- 1%

- 11.1. Aceptar si las piezas se encuentran dentro del intervalo de tolerancia.
  - 11.2. Rechazar el proceso de horneado, cuando no cumplen con la tolerancia especificada, por lo que se debe de realizar un acondicionamiento para alcanzar el contenido de humedad requerido.
11. Firmar de aprobado cuando termine la prueba, el formato de “contenido de humedad y tensiones de madera salida de hornos”, se archivará en la oficina del departamento de aseguramiento de calidad.

---

<sup>21</sup> Intervalo definido por el Aserradero San Jorge, departamento de Jalapa.

12. Entregar la copia los registros de “contenido de humedad y tensiones de madera salida de hornos”, de al analista de calidad.

#### **4.4.3. Importancia del manejo de las piezas verdes y secas de 2 pulgadas**

El manejo de las piezas de dos pulgadas verdes como secas, son de vital importancia para el proceso de secado en hornos, porque son pruebas que nos dan a conocer el contenido y los niveles de humedad, por lo que se debe de hacer con un adecuado manejo en los cálculos, como en las piezas.

#### **4.5. Pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas**


Las piezas de 28 pulgadas, son nuestro control y evaluación del comportamiento de la humedad dentro del horno ya que son la muestra, en la cual podemos conocer cuando se ha llegado al intervalo deseado de contenido de humedad, con lo cual podemos realizar en el momento de la ecualización y posteriormente el acondicionamiento.

##### **4.5.1. Descripción del pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas**

El inspector o supervisor de materia prima, selecciona 8 piezas en las cuales deben de tener 30 pulgadas de largo y 5 de ancho, cumpliendo con las especificaciones descritas en los criterios de aceptación y rechazo, se le quitan 2 pulgadas, quedando por lo tanto de 28 pulgadas, se pesan.

Se colocan dentro del horno en los extremos, una arriba de la torre , la otra abajo y una en medio, por lo general deben de quedar en forma de cruz, cada dos o tres días, dependiendo contenido de humedad son inspeccionadas, como se describen en el siguiente instructivo.

**4.5.2. Instructivo para el pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas**

	<p>Título:</p> <p><b>Instructivo para el pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas</b></p>	<p>18/06/2005</p>
---	---	-------------------

Para prepara el equipo de medición del peso, el supervisor de materia prima debe:

1. Conectar el regulador de voltaje, a una fuente de corriente alterna (eléctrica) y a la vez conectar la balanza digital, al regulador del voltaje.
2. Verificar última fecha de calibración y la próxima a realizarse, para todos los instrumentos de medición, y así poder obtener datos precisos al momento de realizar la inspección.
3. Encender el regulador de voltaje.

<p>Elaboró:</p> <p>Analista de calidad</p>	<p>Revisó:</p> <p>Gestor de calidad</p>	<p>Aprobó:</p> <p>Gerente general</p>
--	---	---------------------------------------

4. Encender la balanza digital, pulsando el interruptor encendido/apagado.
5. Limpiar el área de pesado de la balanza digital.
6. Presionar el botón que limpia la memoria de la balanza (dependiendo del modelo), observando que despliegue en la pantalla la lectura de 0.0 gramos.

Para el pesado de las piezas el supervisor de materia prima debe:

7. Colocar la pieza en el área de pesado de la balanza digital.
8. Verificar que la pieza esta centrada sobre los cuatro sensores de la balanza, permitiendo a la vez dejar libre el área de la pantalla, para la observación de la lectura.
9. Registrar la lectura indicada de la balanza digital, anotando su peso inicial en: “hoja de control de secado de madera”, en la columna: “peso verde muestra de 28” (gramos)”, en la casilla correspondiente al número de cada muestra.

Nota: si el peso de la muestra verde excediera la capacidad de la balanza digital, puede utilizarse la balanza análoga. La lectura de la balanza análoga, de bodega de suministros proporciona un peso en libras.

10. Retirar la tabla y repetir el proceso para cada una de las 7 muestras restantes, repetir el numeral 5 al 8.

11. Apagar el regulador de voltaje y la balanza digital.

12. Llevar las tablas a los respectivos hornos:

Nota: se colocan las muestras en el horno: 1 pieza en cada esquina del horno totalizando 4 piezas y 1 a la mitad en la torre de perchas totalizando 4 tablas.

13. Repetir la operación del pesado de las muestras una vez cada 2 ó 3 días y aproximadamente a la misma hora, y anotar los pesos respectivos en la hoja “control de secado”.

Nota: el numeral 12 el tiempo esta en función del porcentaje de humedad, se terminara hasta que cumplan con los requerimientos de calidad, dentro del rango de 7% al 10% de contenido de humedad.

Para el control de humedad de las piezas de 28 pulgadas el supervisor de materia prima debe:

14. Ajustar el medidor de humedad digital (ver figura 36), de acuerdo a las siguientes numerales:

Figura 36. Medidor de humedad digital

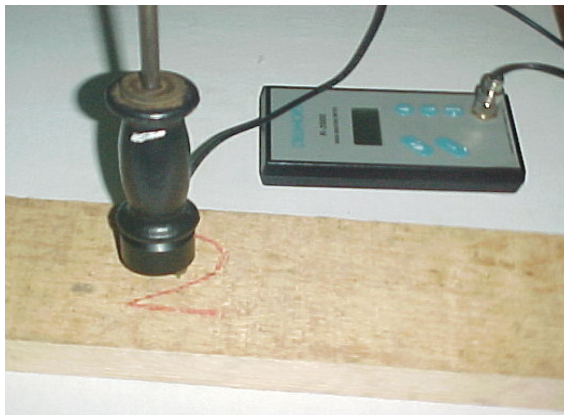


15. Seleccionar la especie de madera en el botón de especies.
16. Seleccionar la temperatura, cuando se realiza con piezas que se encuentran en proceso de secado, utilizar la temperatura del horno cuando están en proceso de secado y cuando son piezas secas, la temperatura ambiente ó 70° F aproximadamente.

Nota: para cualquier operación a realizar con el medidor de humedad digital, consultar su expediente de operaciones.

17. Insertar de manera cercana al centro de la tabla, los pines externos de los electodos paralelos, procurando que penetren lo más profundo. Como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Manera de insertar el medidor de humedad digital en la pieza



18. Presionar el botón de lectura del medidor de humedad digital, para desplegar en la pantalla el porcentaje de cantidad de humedad (% CH).
19. Registrar el porcentaje de cantidad de humedad (%CH), en la “Hoja de control de secado de madera”, anotando el promedio medido y el promedio real.

Nota: el promedio medido es el que se realiza con el medidor y el promedio real realizado con el proceso de pesado de los numerales 7 y 8 del Instructivo para el pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas.

20. Repetir la operación de medida del porcentaje de cantidad de humedad, de las muestras una vez dentro de intervalos de 2 a 3 días y aproximadamente a la misma hora, y anotar las humedades respectivas en la hoja “hoja de control de secado”.



El registro del porcentaje de cantidad de humedad (%CH), tienen que cumplir con las siguientes especificaciones para su aprobación:

20.1. Aceptar la carga cuando cumplen con el intervalo de 7% al 10% del promedio de porcentaje de humedad.

20.2. Rechazar la carga cuando esta fuera del con el intervalo de 7% al 10% del promedio de porcentaje de humedad.

Nota: Las tablas deben ser controladas el porcentaje de la humedad, para poder alcanzar el nivel deseado por el estándar definido.

Luego de haber alcanzado el porcentaje de humedad descrito en las especificaciones anteriores, se procede a cortar 2 pulgadas para el proceso de manejo de pieza de 2 pulgadas secas, quedando la regla de 26 pulgadas para realizar la prueba de estrés.

21. Firmar en el formato de “hoja de control de secado”.

Nota: la medición final se debe comprobar en presencia de un inspector de aseguramiento de calidad, para que le firme, aprobando lo resultados si están dentro de las especificaciones.

22. Entregar al analista de calidad el formato de “hoja de control de secado”.

#### **4.5.3. Importancia del pesado y control de humedad de piezas de 28 pulgadas**

Nos permite conocer el comportamiento en dentro el horno de secado, con lo cual podemos en la ecualización y acondicionamiento quitar el estrés de la madera, permitiendo que las piezas de madera se puedan maquinar y realizar otros procesos.


#### **4.6. Inspección de prueba de estrés**

El estrés en la madera, es un defecto natura que puede ser casi eliminado durante el proceso de secado, logrando un mejor manejo en la fabricación de artículos que requieran de madera seca.

##### **4.6.1. Descripción de la inspección de prueba de estrés**

Se realizan dos pruebas longitudinal y transversal de la piezas de 26 pulgadas, con esto podemos conocer si la ecualización y acondicionamiento fueron óptimos y así poder darle trazabilidad a las piezas de madera.

#### 4.6.2. Instructivo para la inspección de prueba de estrés

	Título: <b>Instructivo para prueba de estrés</b>	18/06/2005
---	---	------------

El inspector de la prueba de estrés debe:

1. Tomar las tablas de 26 pulgadas que hallan cumplido el proceso de secado, transportarlas a la sierra de cinta del área de maquinado.
2. Tomar muestra de 4 tablas numeradas, utilizando números pares para las pruebas longitudinales y números impares para las transversales:

#### **Para prueba longitudinal**

- 2.1. Medir 19 pulgadas en la pieza a trabajar de manera longitudinal.
- 2.2. Trazar una línea transversal para señalar el tope del corte.
- 2.3. Medir  $\frac{1}{4}$  de pulgada de la orilla en la parte superior, como en la parte inferior.

Elaboró:  Analista de calidad	Revisó:  Gestor de calidad	Aprobó:  Gerente general
-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

2.4. Trazar con un lapicero líneas  $\frac{1}{4}$  de separación a través de la pieza.

2.5. Cortar todas las líneas trazadas de la tabla de manera longitudinal (ver figura 28).

2.6. Repetir lo numerales 2.1 al 2.5, para las 3 tablas restantes.

### **Para la prueba transversal**

2.7. Medir 19 pulgadas en la pieza a trabajar de manera longitudinal.

2.8. Trazar una línea transversal para señalar el tope del corte.

2.9. Medir  $\frac{1}{4}$  de pulgada en los lados de cada orilla de la pieza.

2.10. Trazar con un lapicero líneas  $\frac{1}{4}$  de separación a través de la pieza.

2.11. Cortar de manera longitudinal la medida de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de cada lado de la orilla.

2.12. Corta de manera transversal a la tabla de madera, buscando el corte realizado en las orilla de la tabla, y luego buscando el otro extremo de la tabla.

2.13. Repetir lo numerales 2.7 al 2.12, para las 3 tablas restantes.

El supervisor de materia prima debe:

3. Observar el comportamiento<sup>22</sup> de las tablas de madera.
4. Medir la distancia con un metro de la parte inferior del corte, con la distancia superior, y comparar la distancia de separación de los cortes.
5. Calificar el comportamiento del estrés de la madera de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Tabla IX. Criterios y ponderación de pruebas de tensión

Criterio	Ponderación
Excelente	0
Bueno	1
Regular	2
Deficiente	3

Nota: cuando la pieza de resultado de alta tensión el supervisor de corte basto, definirá para que piezas se utilizaran, según la hoja de ruta.

6. Registrar en la columna de prueba longitudinal y prueba transversal del formato de “formato de humedad y tensiones, programa de mediciones”, de acuerdo a las tensiones de las tablas de madera, con respecto al corte realizado.
7. Firmar y entregar el formato de “formato de humedad y tensiones, programa de mediciones” al analista de calidad.

---

<sup>22</sup> Los criterios de aceptación son establecidos por el cliente y el producto a ser necesarios el comportamiento de la tensión.

#### **4.6.3. Importancia de la inspección de prueba de estrés**

Al realizar las diferentes prueba de estrés en la piezas de 26 pulgadas, logramos que la madera secada pueda ser empleada en procesos de fabricación de productos con madera, logrando maquinarlos mejor, como el machimbre, logrando con el tiempo no se despegue de los ensambles, así también como el caso de piezas que requiera que sus uniones permanezcan a escuadra, como los muebles o cajas de madera.

## 5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

### 5.1. Calidad de piezas de madera de la especie de pino

Como parte de las actividades de calidad del aserradero, se obtuvieron los siguientes datos:

#### 5.1.1. Registro de calidad de pino

Por medio de las actividades de inspección de calidad de madera descrita en el instructivo se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla X. Primer registro de calidad de madera

Calidad	Pies tablares
Selecta	2125
Calidad "A"	3859
Calidad "B"	5318
Calidad "C"	1730
Calidad "Z"	266
Total	13298

Tabla XI. Segundo registro de calidad de madera

Calidad	Pies tablares
Selecta	2429
Calidad "A"	3796
Calidad "B"	5325
Calidad "C"	1749
Calidad "Z"	355
Total	13654

### 5.1.2. Gráficas del control de calidad para las piezas de la especie de pino

Las gráficas fueron elaboradas con los datos obtenidos en los registros de las tablas X y XI.

Figura 38. Cantidad de madera (pies tablares) por calidad el primer registro

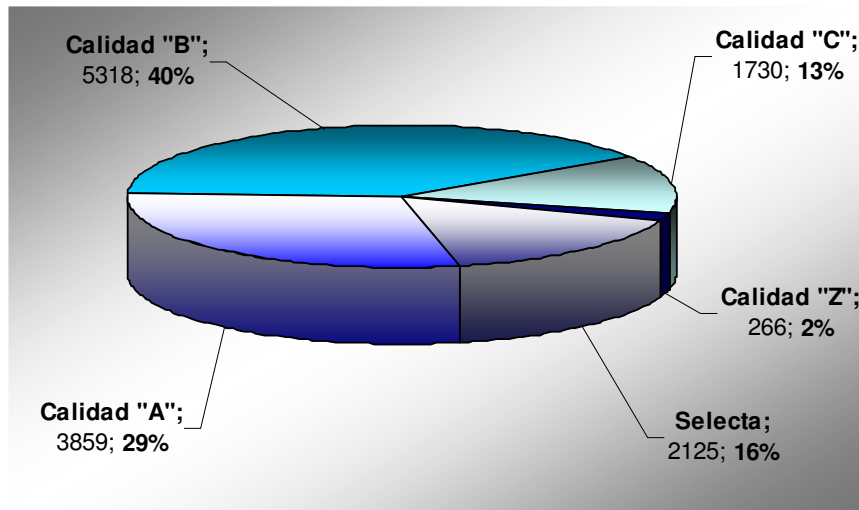
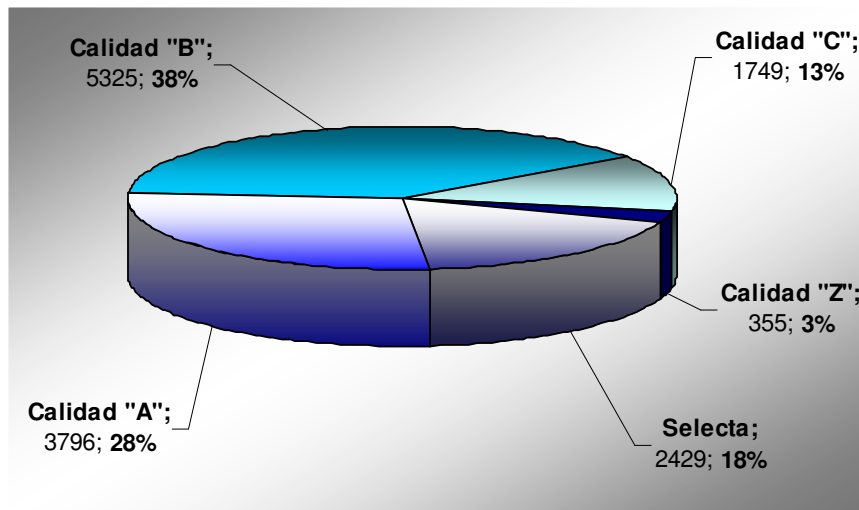


Figura 39. Cantidad de madera (pies tablares) por calidad el segundo registro





### **5.1.3. Descripción de los datos obtenidos en el control de piezas de la especie de pino**

Como podemos observar las cantidades de pies tablares por calidad de madera de la especie de pino son similares, se deben en el que el proceso de secado de madera se eliminan piezas con defectos (piezas de la superficie exterior de la troza), con lo que la calidad “C” y “Z”, son menores a las demás calidades.

En el caso de la calidad “Selecta”, la cantidad es menor en comparación de la calidad “A” y “B”, porque aparecen defectos, como las manchas y otros defectos descritos con anterioridad, en las cuales degradan a la piezas a calidades inferiores a la misma.

## **5.2. Proceso de secado en el horno**

En el proceso de secado en horno, por medio de inspecciones de control de calidad en intervalos de 2 a tres días, las 8 piezas seleccionadas, se obtuvieron datos de peso y contenido de humedad.

### **5.2.1. Registro del control de proceso de secado en el horno**

Por medio de las actividades de control de las piezas de 28 pulgadas descritas en el instructivo se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla XII. Primer registro de secado de madera en horno

Muestra	Peso de muestra de 28 pulgadas	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	1578.40	1481.10	10.00	3.10	1446.30	7.30	1.00
2	1616.80	1494.10	13.70	21.40	1445.90	10.80	18.00
3	1400.20	1281.60	12.10	3.00	1249.30	8.80	5.40
4	1532.70	1318.90	13.20	16.00	1247.80	7.90	12.00
5	1705.00	1500.40	13.20	15.40	1453.00	10.10	12.00
6	1701.80	1528.20	14.80	11.00	1477.00	11.10	7.00
7	1407.90	1344.40	11.70	5.40	1316.50	8.80	3.30
8	1583.40	1505.20	14.40	22.00	1465.10	11.80	18.50
<b>Promedio de las cuatro muestras más humedad</b>			56.10	74.80		43.80	60.5
			14.03	18.70		10.95	15.13

Muestra	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	1380.80	5.00	4.00	1377.40	5.10	4.20
2	1371.10	5.80	11.40	1360.10	5.20	11.00
3	1191.60	5.50	10.00	1187.90	5.10	10.10
4	1211.80	5.80	7.00	1202.30	5.40	6.00
5	1377.50	5.80	6.00	1369.03	5.10	5.40
6	1388.40	5.80	1.00	1376.00	5.30	1.00
7	1262.50	5.90	1.00	1253.00	5.10	2.00
8	1397.70	7.50	13.00	1383.80	5.70	12.00
<b>Promedio de las cuatro muestras más humedad</b>		25.00	41.40		21.60	39.10
		6.25	10.35		5.40	9.78

Tabla XIII. Segundo registro de secado de madera en horno

Muestra	Peso de muestra de 28 pulgadas	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	5131.30	2618.20	26.7	11	2521.50	23.6	7
2	4848.00	2786.10	24.9	35.1	2681.00	25.6	30
3	4905.00	2923.10	28.7	48	2715.80	26.3	37.3
4	5103.00	2658.80	24.5	17.2	2608.20	23.2	15
5	2152.00	1283.90	13.7	38	1285.50	12.7	38
6	2836.00	1357.20	17.5	15.4	1334.20	15.2	14
7	2784.00	1403.00	13.7	9.4	1401.60	13.7	9.3
8	2398.00	1385.10	13.8	16	1396.40	14.3	17
<b>Promedio de las cuatro muestras más humedad</b>			104.80	138.30		98.70	122.3
			26.20	34.58		24.68	30.58

Muestra	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real	Peso de muestra de 28 pulgadas	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	2331.40	16.6	1.2	2215.80	10.90	5
2	2476.60	17.1	20	2366.00	12.00	15
3	2406.20	16.4	22	2307.80	10.20	17
4	2425.30	15.7	7	2327.80	11.30	3
5	1218.50	8	31	1203.20	6.40	29.2
6	1262.50	8.3	7	1236.50	6.40	5
7	1327.50	8	4	1311.50	6.70	2.3
8	1326.70	8.3	11	1300.50	6.20	8.4
<b>Promedio de las cuatro muestras más humedad</b>		65.80	84.00		44.40	69.60
		16.45	21.00		11.10	17.40

## 5.2.2. Gráficas del control de proceso de secado en el horno

Las gráficas fueron elaboradas con los datos obtenidos en los registros de las tablas XII a la XIII.

Figura 40. Peso de las piezas en el primer registro

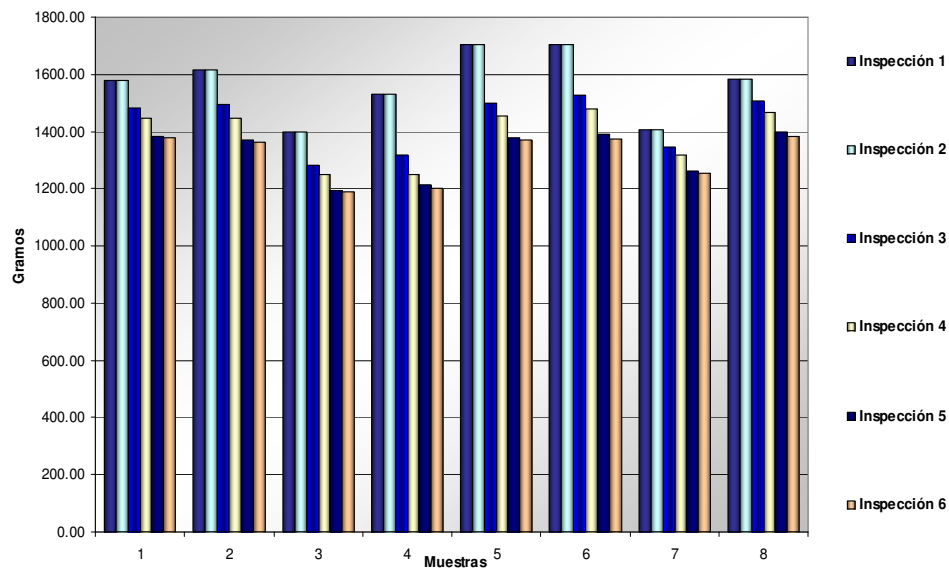
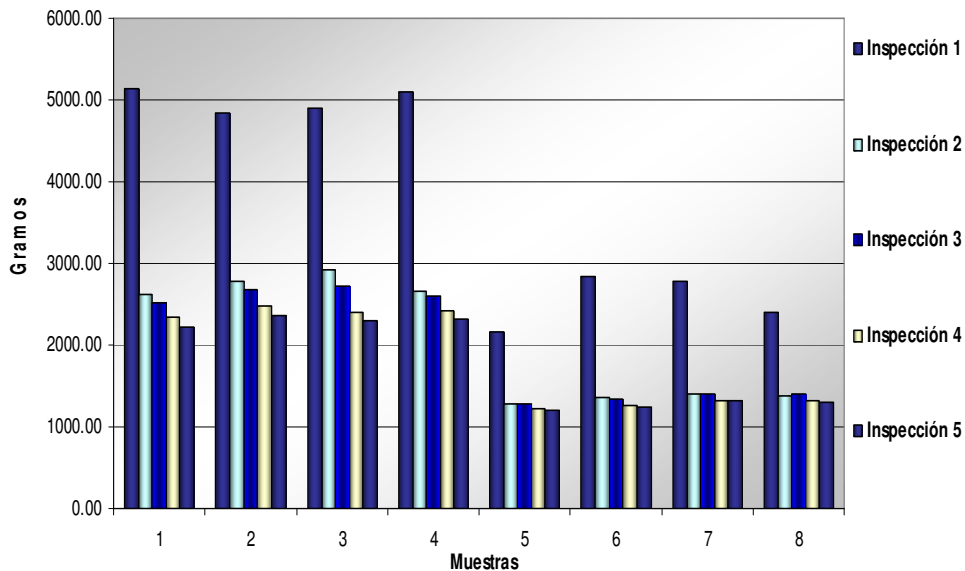


Figura 41. Peso de las piezas en el segundo registro



### **5.2.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de proceso de secado en el horno**

Como podemos observar en las gráficas anteriores, el peso disminuye, ya que a sido eliminado cierta cantidad de humedad en las piezas de 28 pulgadas, esto nos indica el contenido de humedad, para poder llegar al intervalo de margen de humedad requerido en el proceso, al principio las piezas son muy pesadas, y con el tiempo de estar en el horno, llegan a estabilizar un peso similar como se muestran en las ultimas dos inspecciones, en ese momento deben de estar en el margen permitido en aseguramiento de calidad.

### **5.2.4. Análisis del acondicionamiento y ecualización en el proceso de secado**

En la etapa en la que ha descendido el contenido de humedad, es cuando se vario la temperatura dentro del horno, es por eso que el peso de la penúltima inspección es similar a la última, ya que es esa etapa en la que el supervisor de materia prima cambia la temperatura dentro del horno, casi eliminado el estrés en la madera.

### **5.3. Contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos**

En el proceso de secado en horno, por medio de inspecciones de control de calidad, las 8 piezas de dos pulgadas seleccionadas, se obtuvieron contenido de humedad, mientras que las 8 piezas de 26 pulgadas se realizaron las pruebas de tensión.

**5.3.1. Registro del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos**

Por medio de las actividades de control de las 8 piezas, descritas en los instructivos, se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla XIV. Primer registro del promedio del contenido de humedad (CH) de las piezas

	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	24.83	18.70
2	14.03	15.13
3	10.95	10.35
4	6.25	9.78

Tabla XV. Primer registro de pruebas transversal y longitudinal

Muestra	Especie	Ancho (pulgadas)	Grosor (pulgadas)	Prueba transversal	Prueba longitudinal
1	Pino	5 1/4	1		1
2	Pino	5 1/4	1	1	
3	Pino	5 1/4	1 1/8		0
4	Pino	5 1/4	1 1/8	0	
5	Pino	5 1/4	1 1/8		0
6	Pino	5 1/4	1 1/8	0	
7	Pino	4 3/4	1 1/4		0
8	Pino	4 3/4	1 1/4	0	

Tabla XVI. Segundo registro del promedio del contenido de humedad (CH) de las piezas

	Promedio% CH medido	Promedio% CH real
1	26.20	34.58
2	24.68	26.83
3	16.45	21.00
4	11.10	17.40

Tabla XVII. Segundo registro de pruebas transversal y longitudinal

Muestra	Especie	Ancho (pulgadas)	Grosor (pulgadas)	Prueba transversal	Prueba longitudinal
1	Pino	5	2	1	
2	Pino	5	2		0
3	Pino	5	2	1	
4	Pino	5	2		0
5	Pino	5	1	0	
6	Pino	5	1		0
7	Pino	5	1	0	
8	Pino	5	1		1

### 5.3.2. Gráficas del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos

Las gráficas fueron elaboradas, con los datos obtenidos en los registros de las tablas XIV a la XVII. En las figuras 43 y 45, del contenido de tensiones, es resultado es la ponderación de la tensión de las 8 piezas.

Figura 42. Primer registro de contenido de humedad real y medido

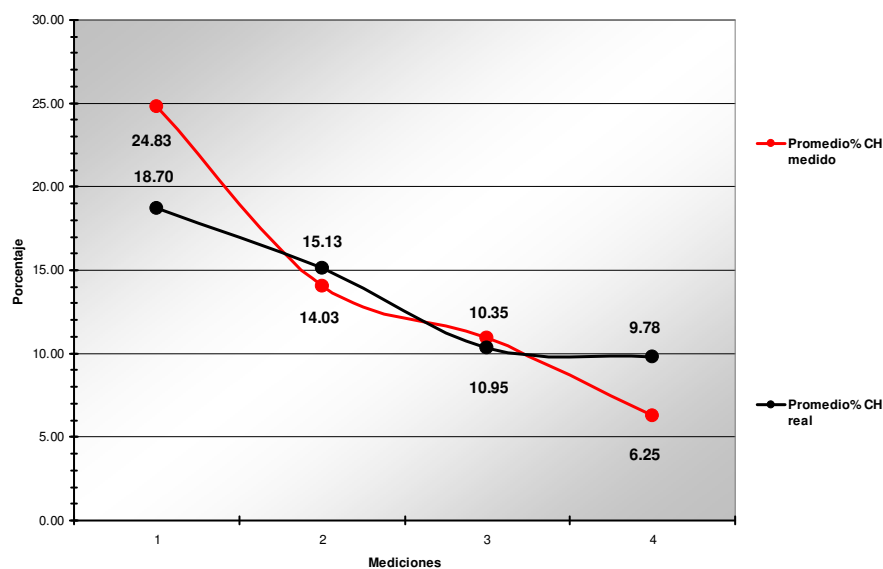


Figura 43. Primer registro de contenido de tensiones de las piezas

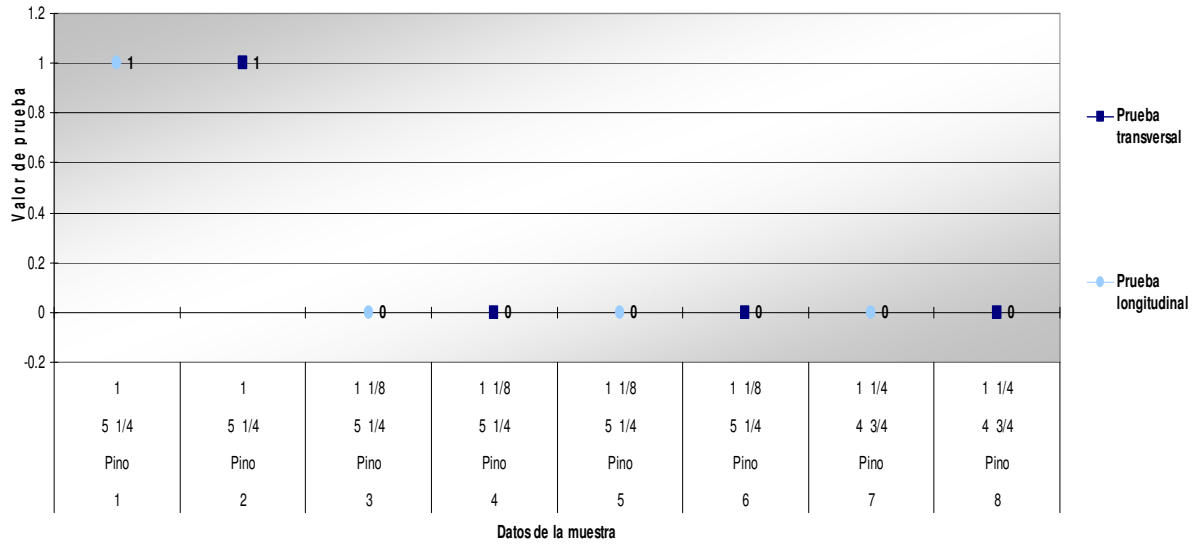


Figura 44. Segundo registro de contenido de humedad real y medido

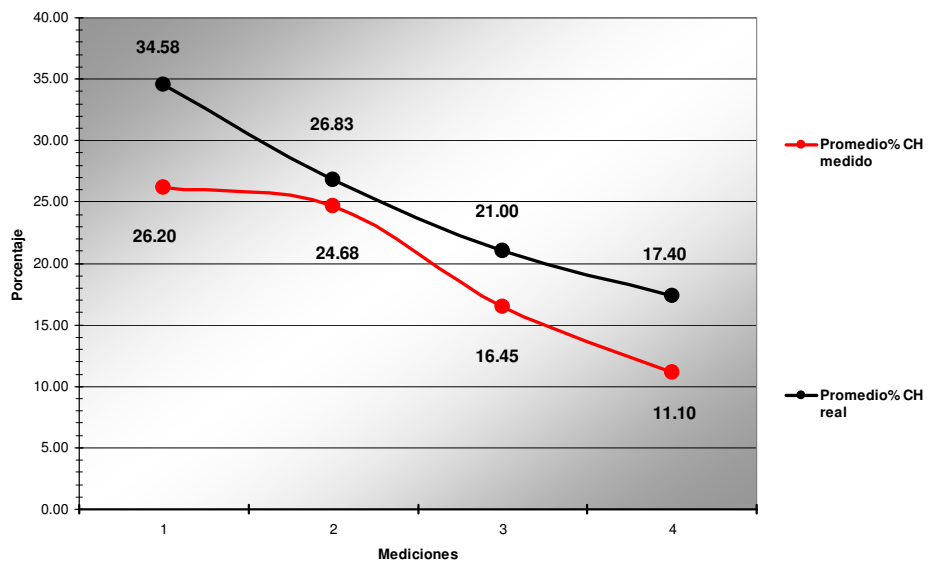
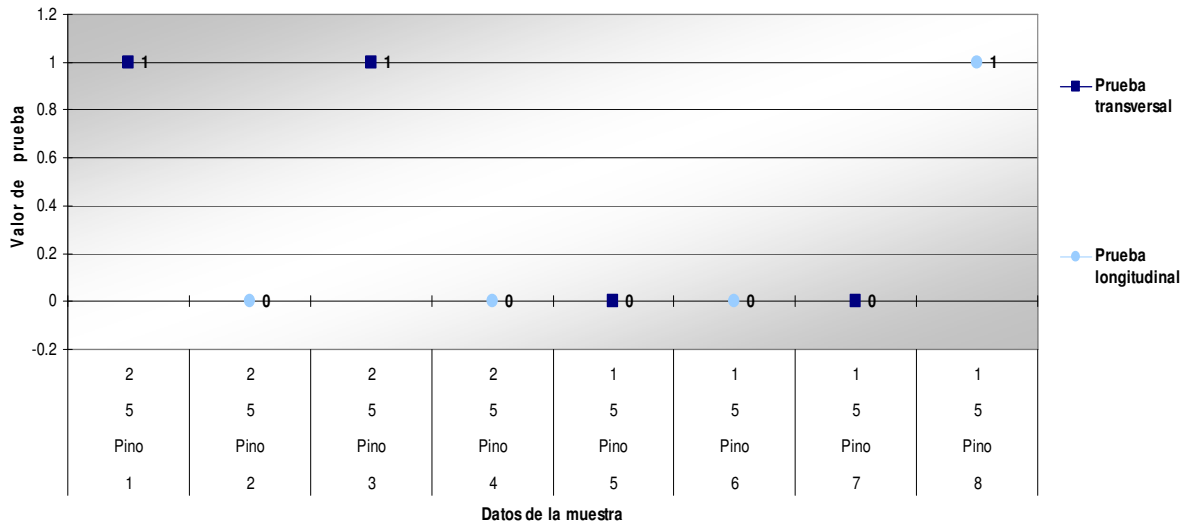


Figura 45. Segundo registro de contenido de tensiones de las piezas



### 5.3.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de contenido de humedad y tensiones de madera en la salida de hornos

El contenido de humedad medido y el real, tienen un comportamiento similar, pero siempre se tiene que recordar que el medidor de humedad con el uso y las indicaciones del fabricante necesita de calibración, para que los resultados sean precisos, además de capacitar al empleado que lo utiliza sobre el manejo adecuado del mismo.



En las tensiones se observan en la gráfica de los dos registros, que están dentro de intervalos de excelente y bueno, por lo que se pueden emplear en los procesos que requieran de maquinado (corte, cepillado, lijado, etc.).

#### 5.4. Prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas

La prueba alterna en horno, no indica si el proceso de secado fue realizado adecuadamente, por lo que es necesario realizarlo, después del secado de madera en el horno.

##### 5.4.1. Registro del control de prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas

Por medio de las actividades de control de secado alterno en horno, de las piezas de 2 pulgadas descritas en el instructivo se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla XVIII. Primer registro de prueba alterna de hornos

Muestra	Especie	Ancho (pulgadas)	Grosor (pulgadas)	Peso inicial (gramos)	Peso	Peso	Peso final (gramos)
1	Pino	5 1/4	1	103.20	98.1	98.1	98.1
2	Pino	5 1/4	1	103.30	98.6	98.6	98.6
3	Pino	5 1/4	1 1/8	85.70	81.7	81.7	81.7
4	Pino	5 1/4	1 1/8	91.60	87.2	87.3	87.3
5	Pino	5 1/4	1 1/8	101.50	95.6	95.6	95.6
6	Pino	5 1/4	1 1/8	101.30	96.7	96.7	96.7
7	Pino	4 3/4	1 1/4	88.30	83.3	83.2	83.2
8	Pino	4 3/4	1 1/4	96.00	91.3	91.3	91.3

Tabla XIX. Segundo registro de prueba alterna de hornos

Muestra	Especie	Ancho (pulgadas)	Grosor (pulgadas)	Peso inicial (gramos)	Peso	Peso	Peso final (gramos)
1	Pino	5	2	173.40	166.2	162.8	162.2
2	Pino	5	2	155.00	147.6	146.2	145.7
3	Pino	5	2	151.00	143.6	141.2	141.2
4	Pino	5	2	165.20	155.2	154.4	153.7
5	Pino	5	1	85.90	82	81.5	81.5
6	Pino	5	1	87.30	82.6	82.1	82.1
7	Pino	5	1	90.50	86.2	85.8	85.6
8	Pino	5	1	96.40	91.6	90.5	90.5

#### 5.4.2. Gráficas del control de prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas

Las gráficas fueron elaboradas, con los datos obtenidos en los registros de las tablas XVII a la XIX.

Figura 41. Peso de las piezas en el primer registro de prueba alterna en horno

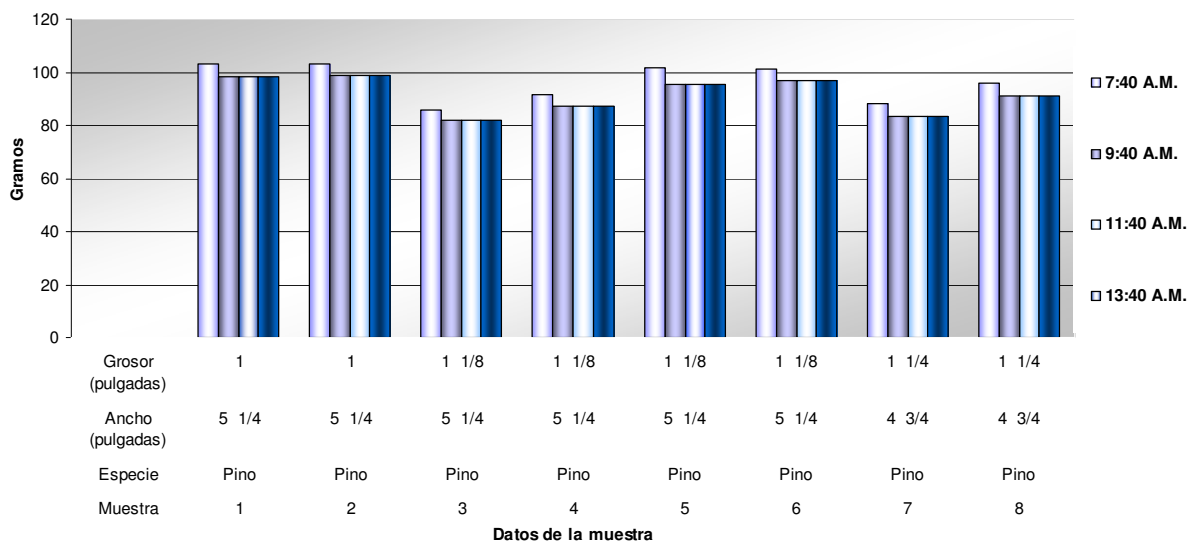
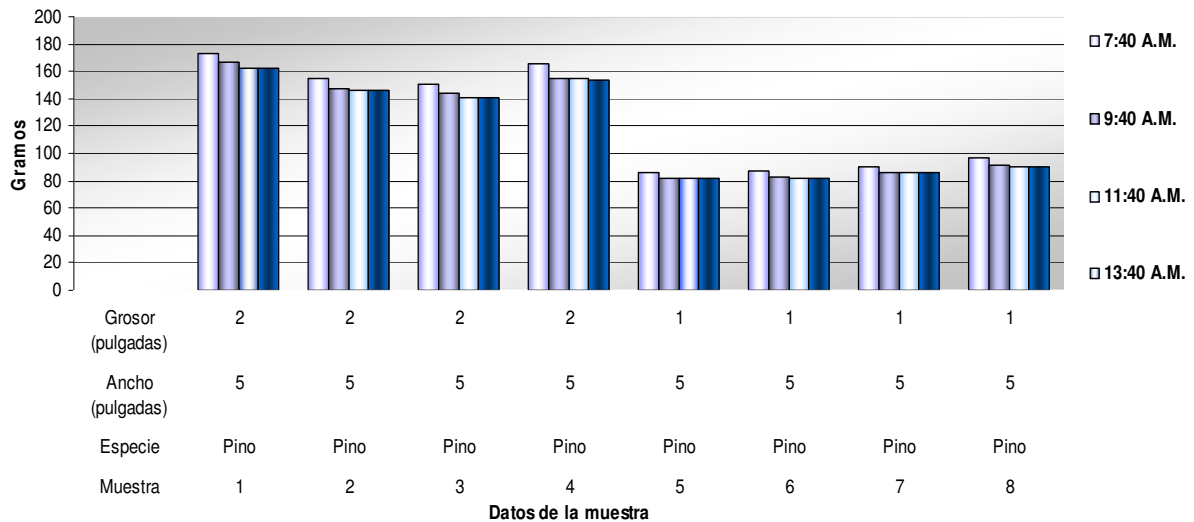


Figura 42. Peso de las piezas en el segundo registro de prueba alterna en horno



### 5.4.3. Descripción de los datos obtenidos en el del control de prueba alterna en horno seco de piezas de 2 pulgadas

La prueba alterna, como se muestra en los registros y las gráficas, en un lapso de tiempo la inspección penúltima y última alcanzaron el peso con un rango de 1 gramo, por lo que se concluye que el proceso de secado y el contenido de humedad del secado de la madera en horno fue realizado adecuadamente, cumpliendo con las especificaciones requeridas en el aseguramiento de calidad.



## CONCLUSIONES

1. En los procesos de aseguramiento de calidad, son necesarias las gráficas para los procesos que tienen un lapso de tiempo largo, como el secado de la madera en horno o la comparación de mediciones del contenido de humedad real y el medido, además de las pruebas de tensión, para poder evaluar y realizar acciones correctivas en los procesos y actividades del departamento de aseguramiento de calidad.
2. Con la elaboración de los instructivos de las actividades del departamento de aseguramiento de calidad, logramos que el empleado y el Aserradero San Jorge, establezcan los procedimientos, realizando mejoras continuas a nuestras actividades de calidad en el proceso de producción.
3. Las rutinas de inspección de calidad, son operaciones que deben estar estandarizadas y por lo tanto se deben definir los defectos que aprueban o rechazan el producto, en base a los requisitos del cliente, del departamento de producción y del departamento de aseguramiento de calidad.
4. Es necesario que la empresa, posea diagramas en sus diferentes estaciones de trabajo (corte de troza, secado de piezas, cepillado, etc.), porque se pueden identificar las operaciones que son críticas en producción y por lo tanto es necesario implantar actividades de control calidad.

5. Al implantar intervalos de aceptación y rechazo, delimitamos las fronteras de responsabilidades al empleado encargado de la actividad de aseguramiento de calidad, con lo que clasificará la pieza de madera de la especie de pino, conforme a los criterios críticos, mayores y menores.
6. De acuerdo con las actividades de control de calidad, es necesario realizar el catálogo de defectos (vetas, manchas, nudos, etc.), que posea características propias de la madera de la especie de pino.
7. Con las operaciones de inspección de calidad, en el proceso de corte de troza, depende de la cantidad de madera cortada y la manera en que son apiladas las piezas en la tarima, para poder realizar el proceso de secado; además en la bodega de almacenamiento de piezas, es necesario llevar un control sobre la cantidad de piezas en pies tablares por calidad de madera (selecta, A, B, C, Z)

## RECOMENDACIONES

1. La empresa debe elaborar los informes correspondientes al control y aseguramiento de la calidad en los productos, en los que se incluyan gráficas de los datos obtenidos en los registros, de las actividades de calidad.
2. La preservación de los documentos del departamento de calidad, deben ser colocados en un lugar visible y sobre todo asignar a una persona responsable, que se encargue de administrarlos.
3. Los criterios deben ser establecidos por parte de los propietarios del aserradero, así como los clientes que utilizan las piezas de madera para diferentes procesos de producción, por lo que varían los intervalos de aceptación y rechazo.
4. El aserradero debe poseer diagramas de operaciones, porque actualmente no poseen, con lo que limitan las metas de producción.
5. Con la clasificación de los defectos dentro de los criterios de aceptación y rechazo, deben estar catalogados por las dimensiones cuantitativas y cualitativas de los defectos.

6. El compromiso del aserradero hacia sus clientes, debe establecer sistemas de control y aseguramiento de la calidad en sus actividades de producción, para poder ser más competitivos, logrando dar un valor agregado al producto, aumentando sus utilidades, logrando a la vez poder exportar.
7. Dependiendo de la producción y requisitos de los clientes, debemos asignar operaciones de control de calidad, en donde aseguremos la estandarización de los productos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. **AENOR.** Asociación Española de Normalización y Certificación. Documento en formato digital.
2. **Diccionario Enciclopédico Ilustrado Sopena.** Tomo III. Editorial Ramón Sopena, S.A. Barcelona, España. 1979. 2,560 pp.
3. Don Hellriegel, Susan E. Jackson, John W. Slocum **Administración, un enfoque basado en competencias.** Junior Internacional Thompson Editores, Novena Edición, año 2002.
4. [http://www.biosci.uga.edu/almanac/bio\\_104/notes/apr\\_10.html](http://www.biosci.uga.edu/almanac/bio_104/notes/apr_10.html). (23/4/2005)
5. <http://www2.cdepot.net/~walser/worldofscience/index.html> (23/4/2005)
6. <http://sylva.for.ulaval.ca/foret/glossanat/glossary/v.html> (23/4/2005)
7. Ishicawa, Kaoru. **Guía de control de calidad.** Editorial Unipub. New York, Estados Unidos. 1985.
8. **NORMAS ISO 9000/2000.** Documento en formato digital.
9. Revista LIGNUM. **Reportaje de secado de madera pino.** Chile. Septiembre 2002. 19-22 pp.
10. Universidad del Estado de Louisiana. **Degradación de la madera.** Documento en Power Point.



No.	Descripción	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		TP
		T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	
1	<b>Colocar troza en carro</b>	9.07	9.07	7.95	17.02	10.07	27.09	8.14	35.23	5.38	40.61	8.62	49.23	12.46	61.69	6.54	68.23	7.53	75.76	7.43	83.19	<b>8.32</b>
2	Agregar aceite quemado	10.01	10.01	17.98	27.99	13.37	41.36	10.86	52.22	14.90	67.12	16.49	83.61	15.14	98.75	17.19	115.94	18.22	134.16	13.51	147.67	<b>14.77</b>
3	Sujetar troza con seguros	4.73	4.73	4.04	8.77	6.29	15.06	3.92	18.98	6.26	25.24	5.14	30.38	5.47	35.85	3.15	39.00	5.63	44.63	7.21	51.84	<b>5.18</b>
4	Inspeccionar e indicar la medida a cortar I	3.34	3.34	3.63	6.97	1.27	8.24	1.71	9.95	1.33	11.28	1.73	13.01	1.78	14.79	2.07	16.86	1.19	18.05	1.27	19.32	<b>1.93</b>
5	Graduar el corte I	6.54	6.54	5.57	12.11	6.41	18.52	7.46	25.98	5.57	31.55	9.10	40.65	8.22	48.87	4.89	53.76	7.50	61.26	4.25	65.51	<b>6.55</b>
6	Traslado de troza I	7.22	7.22	6.83	14.05	8.19	22.24	8.29	30.53	7.77	38.30	6.31	44.61	7.11	51.72	5.07	56.79	7.27	64.06	5.54	69.60	<b>6.96</b>
7	Cortar troza	8.79	8.79	13.01	21.80	10.99	32.79	7.38	40.17	8.54	48.71	7.02	55.73	5.80	61.53	6.38	67.91	5.37	73.28	6.69	79.97	<b>8.00</b>
8	Regreso de troza	9.57	9.57	5.67	15.24	6.94	22.18	8.01	30.19	7.89	38.08	3.20	41.28	9.07	50.35	6.10	56.45	8.58	65.03	7.68	72.71	<b>7.27</b>
9	Inspeccionar e indicar la medida a cortar	1.32	1.32	1.56	2.88	1.29	4.17	2.12	6.29	1.49	7.78	1.13	8.91	2.31	11.22	1.56	12.78	1.29	14.07	1.56	15.63	<b>1.56</b>
10	Graduar el corte II	3.38	3.38	4.37	7.75	2.05	9.80	2.19	11.99	1.10	13.09	3.09	16.18	1.39	17.57	2.20	19.77	1.15	20.92	1.49	22.41	<b>2.24</b>
11	Traslado de troza II	2.43	2.43	3.37	5.80	2.93	8.73	2.90	11.63	2.78	14.41	2.05	16.46	2.47	18.93	2.37	21.30	3.42	24.72	3.01	27.73	<b>2.77</b>
12	Cortar troza	7.20	7.20	7.37	14.57	8.18	22.75	10.67	33.42	9.78	43.20	6.43	49.63	5.84	55.47	7.68	63.15	7.71	70.86	8.81	79.67	<b>7.97</b>
13	Regresar de troza	5.18	5.18	7.45	12.63	5.97	18.60	7.35	25.95	9.50	35.45	7.07	42.52	8.26	50.78	8.88	59.66	11.61	71.27	6.91	78.18	<b>7.82</b>
14	Liberar graduación de corte	3.30	3.30	3.60	6.90	3.69	10.59	2.27	12.86	3.24	16.10	4.35	20.45	4.13	24.58	4.18	28.76	2.63	31.39	3.07	34.46	<b>3.45</b>
15	Destabar troza de los seguros	6.53	6.53	4.48	11.01	6.27	17.28	5.26	24.54	4.20	26.74	4.41	31.15	5.49	36.64	5.62	42.26	4.48	46.74	3.89	50.63	<b>5.06</b>
16	<b>Cambiar de área de corte</b>	<b>9.66</b>	<b>9.66</b>	<b>4.39</b>	<b>14.05</b>	<b>5.12</b>	<b>19.17</b>	<b>12.50</b>	<b>31.67</b>	<b>11.73</b>	<b>43.40</b>	<b>5.79</b>	<b>49.19</b>	<b>4.06</b>	<b>53.25</b>	<b>1.89</b>	<b>55.14</b>	<b>4.99</b>	<b>60.13</b>	<b>5.43</b>	<b>65.56</b>	<b>6.56</b>
17	Sujetar troza	4.33	4.33	3.59	7.92	3.42	11.34	2.89	14.23	4.91	19.14	5.63	24.77	4.91	29.68	5.63	35.31	4.72	40.03	6.13	46.16	<b>4.62</b>
18	Inspeccionar e indicar la medida a cortar I	2.68	2.68	3.38	6.06	1.49	7.55	1.61	9.16	1.87	11.03	1.41	12.44	1.60	14.04	1.73	15.77	2.71	18.48	2.87	21.35	<b>2.14</b>
19	Graduar el corte I	8.55	8.55	6.69	15.24	4.69	19.93	9.34	29.27	5.04	34.31	5.84	40.15	6.57	46.72	3.57	50.29	6.27	56.56	4.18	60.74	<b>6.07</b>
20	Traslado de troza I	5.34	5.34	5.20	10.54	6.50	17.04	6.19	23.23	8.22	31.45	8.34	39.79	6.97	46.76	10.95	57.71	5.59	63.30	6.86	70.16	<b>7.02</b>
21	Cortar troza	10.58	10.58	10.50	21.08	7.97	29.05	10.61	39.66	10.42	50.08	7.73	57.81	8.95	66.76	7.94	74.70	7.78	82.48	8.72	91.20	<b>9.12</b>
22	Regreso de troza	8.12	8.12	7.75	15.87	9.97	25.84	7.67	33.51	5.29	38.80	11.28	50.08	11.06	61.14	9.87	71.01	7.99	79.00	6.42	85.42	<b>8.54</b>
23	Inspeccionar e indicar la medida a cortar II	1.09	1.09	1.27	2.36	1.37	3.73	1.06	4.79	1.72	6.51	1.22	7.73	1.26	8.99	0.57	9.56	0.89	10.45	0.90	11.35	<b>1.14</b>
24	Graduar el corte II	2.82	2.82	1.63	4.45	1.35	5.80	1.76	7.56	2.44	10.00	2.11	12.11	1.97	14.08	1.80	15.88	2.16	18.04	2.33	20.37	<b>2.04</b>
25	Traslado de troza II	2.68	2.68	4.55	7.23	5.94	13.17	2.54	15.71	2.72	18.43	2.89	21.32	2.68	24.00	2.49	26.49	2.65	29.14	2.62	31.76	<b>3.18</b>
26	Cortar troza	10.63	10.63	10.04	20.67	8.39	29.06	10.72	39.78	8.73	48.51	7.97	56.48	7.00	63.48	7.13	70.61	6.55	77.16	6.57	83.73	<b>8.37</b>
27	Regresar de troza	8.80	8.80	8.29	17.09	9.36	26.45	9.31	35.76	7.34	43.10	6.38	49.48	7.19	56.67	6.37	63.04	11.87	74.91	9.97	84.88	<b>8.49</b>
28	Liberar graduación de corte	4.68	4.68	3.41	8.09	3.31	11.40	2.83	14.23	3.37	17.60	2.89	20.49	4.70	25.19	3.69	28.88	2.28	31.16	2.73	33.89	<b>3.39</b>
29	Destabar troza de los seguros	4.57	4.57	4.95	9.52	4.34	13.86	4.90	18.76	5.00	23.76	6.73	30.49	5.65	36.14	13.80	49.94	4.53	54.47	13.36	67.83	<b>6.78</b>
30	<b>Cambiar de área de corte</b>	<b>11.95</b>	<b>11.95</b>	<b>7.57</b>	<b>19.52</b>	<b>6.79</b>	<b>26.31</b>	<b>9.21</b>	<b>35.52</b>	<b>2.96</b>	<b>38.48</b>	<b>5.29</b>	<b>43.77</b>	<b>11.18</b>	<b>54.95</b>	<b>9.90</b>	<b>64.85</b>	<b>3.51</b>	<b>68.36</b>	<b>3.93</b>	<b>72.29</b>	<b>7.23</b>
31	Sujetar troza	12.80	12.80	5.37	18.17	4.59	22.76	6.59	29.35	6.90	36.25	5.45	41.70	2.57	44.27	11.91	56.18	6.66	62.84	6.79	69.63	<b>6.96</b>
32	Inspeccionar e indicar la medida a cortar I	2.07	2.07	1.83	3.90	2.43	6.33	2.43	8.76	2.04	10.80	1.31	12.11	1.42	13.53	2.53	16.06	2.49	18.55	2.41	20.96	<b>2.10</b>
33	Graduar el corte I	8.69	8.69	4.43	13.12	4.29	17.41	3.17	20.58	6.30	26.88	8.25	35.13	5.76	40.89	6.32	47.21	4.06	51.27	8.59	59.86	<b>5.99</b>
34	Traslado de troza I	6.78	6.78	8.66	15.44	5.86	21.30	5.98	27.28	4.09	31.37	9.41	40.78	5.19	45.97	6.35	52.32	6.66	58.98	8.32	67.30	<b>6.73</b>
35	Cortar troza	9.09	9.09	9.33	18.42	9.78	28.20	8.34	36.54	7.73	44.27	7.13	51.40	7.93	59.33	7.27	66.60	6.72	73.32	6.27	79.59	<b>7.96</b>
36	Regreso de troza	7.99	7.99	7.78	15.77	8.03	23.80	8.07	31.87	8.39	40.26	7.17	47.43	7.88	55.31	6.51	61.82	7.57	69.39	6.35	75.74	<b>7.57</b>
37	Inspeccionar e indicar la medida a cortar II	0.98	0.98	1.04	2.02	1.07	3.09	1.27	4.36	2.33	6.69	1.43	8.12	0.73	8.85	0.69	9.54	1.01	10.55	1.03	11.58	<b>1.16</b>
38	Graduar el corte II	1.88	1.88	2.12	4.00	2.37	6.37	1.47	7.84	2.03	9.87	5.30	15.17	1.68	16.85	2.95	19.80	1.54	21.34	1.32	22.66	<b>2.27</b>
39	Traslado de troza II	2.68	2.68	4.55	7.23	5.94	13.17	2.54	15.71	1.72	17.43	2.89	20.32	2.68	23.00	2.49	25.49	2.65	28.14	3.09	31.23	<b>3.12</b>
40	Cortar troza	13.01	13.01	8.87	21.88	8.06	29.94	8.51	38.45	6.93	45.38	7.87	53.25	6.33	59.58	7.07	66.65	7.46	74.11	7.97	82.08	<b>8.21</b>
41	Regresar de troza II	9.82	9.82	9.18	19.00	9.49	28.49	6.49	34.98	9.45	44.43	6.56	50.99	10.19	61.18	6.56	67.74	10.40	78.14	7.89	86.03	<b>8.60</b>
42	Liberar graduación de corte	2.97	2.97	4.66	7.63	2.63	10.26	5.09	15.35	2.38	17.73	4.49	22.22	5.11	27.33	4.74	32.07	5.98	38.05	4.62	42.67	<b>4.27</b>
43	Destabar troza de los seguros	7.63	7.63	4.76	12.39	5.10	17.49	5.20	22.69	4.84	27.53	4.99	32.52	5.04	37.56	4.20	41.76	4.83	46.59	4.78	51.37	<b>5.14</b>
	Sujetar troza	8.93	8.93	8.73	17.66	3.53	21.19	7.53	28.72	7.88	36.60	5.90	42.50	5.71	48.21	6.76	54.97	5.29	60.26	5.12	65.38	<b>6.54</b>
	Inspeccionar e indicar la medida a cortar I	1.13	1.13	1.19	2.32	1.17	3.49	1.66	5.15	2.10	7.25	2.65	9.90	1.14	11.04	1.28	12.32	1.17	13.49	1.77	15.26	<b>1.53</b>
	Graduar el corte I	6.61	6.61	7.41	14.02	3.90	17.92	5.19	23.11	4.99	28.10	8.16	36.26	5.56	41.82	8.12	49.94	6.53	56.47	6.53	63.00	<b>6.30</b>
	Traslado de troza I	8.83	8.83	11.93	20.76	10.27	31.03	5.67	36.70	3.47	40.17	5.74	45.91	12.46	58.37	7.54	65.91	14.41	80.32	6.76	87.08	<b>8.71</b>
	Cortar troza	11.40	11.40	8.30	19.70	7.58	27.28	8.94	36.22	8.57	44.79	8.36	53.15	7.59	60.74							