

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DEL ASERRADERO BAJO EL  
MARCO DEL PLAN QUINQUENAL DE LA SUB-ÁREA FORESTAL DE LA  
ENCA.**

**Heberto José Alegre Ordóñez**

GUATEMALA, MARZO DE 2014



Guatemala, marzo 2014

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación **PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DEL ASERRADERO BAJO EL MARCO DEL PLAN QUINQUENAL DE LA SUB-ÁREA FORESTAL DE LA ENCA**, como requisito previo a optar por el título de Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato suscribirme.

Atentamente,

Heberto José Alegre Ordóñez



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Estuardo Gálves Barrios

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	P.F Sindy Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Bachiller Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DEL ASERRADERO BAJO EL  
MARCO DEL PLAN QUINQUENAL DE LA SUB-ÁREA FORESTAL DE LA ENCA.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

Heberto José Alegre Ordóñez

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2014





## **ACTO QUE DEDICO A:**

Dios, porque es mi padre, mi guía y mi fortaleza, el cual me dio las fuerzas necesarias para culminar este sueño.

Santa María, por ser mi guía y siempre caminar a mi lado.

Universidad de San Carlos de Guatemala, por haberme brindado la oportunidad de optar a una profesión.

Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería y Escuela Nacional Central de Agricultura, instituciones quienes a través de su personal me transmitieron los conocimientos necesarios para poder llegar a ser profesional.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mis amados padres, Carlos Alegre y Marta Ordóñez por educarme, apoyarme y motivarme para poder culminar con éxito esta carrera universitaria.

Mi querido hermano, Carlos por apoyarme y siempre brindarme su cariño.

Familiares, por sus consejos y cariño.

Amigos y compañeros, por todos los momentos y aventuras compartidas.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN .....	XXV
OBJETIVOS .....	XXVII
INTRODUCCIÓN.....	XXIX
1. GENERALIDADES DE LA ENCA.....	1
1.1. Descripción .....	1
1.2. Visión de la ENCA .....	1
1.3. Misión de la ENCA .....	2
1.4. Objetivos de la ENCA .....	2
1.5. Organización de la ENCA .....	2
1.6. Funciones de la ENCA.....	4
1.7. Generalidades de la subárea forestal .....	4
1.7.1. Descripción.....	4
1.7.2. Visión.....	5
1.7.3. Misión .....	5
1.7.4. Resultados esperados.....	5
1.7.5. Objetivos .....	5
1.7.6. Beneficiarios.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Diagnóstico de la subárea forestal.....	7
2.1.1. Lista de verificación.....	7

	2.1.1.1.	Sistema de gestión de la calidad .....	8
	2.1.1.2.	Sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo .....	8
	2.1.2.	Diagrama del árbol.....	9
	2.1.3.	Análisis FODA.....	10
2.2.		Manual de procesos en el área del aserradero .....	11
	2.2.1.	Generalidades.....	11
	2.2.2.	Objetivos de calidad.....	14
	2.2.2.1.	Objetivos de calidad de la Alta Dirección .....	15
	2.2.2.2.	Objetivos de calidad de la Dirección de Recursos Humanos.....	15
	2.2.2.3.	Objetivos de calidad de la Dirección de Control Escolar.....	15
	2.2.3.	Alcance del Manual de procesos .....	15
	2.2.4.	Control del Manual de procesos .....	16
	2.2.4.1.	Control de documentos.....	16
	2.2.4.2.	Control de registros.....	16
	2.2.5.	Sistema de administración de calidad.....	17
	2.2.5.1.	Generalidades.....	17
	2.2.5.2.	Modelo de operación del MAPRO forestal .....	17
	2.2.5.3.	Mapa global de proceso de la subárea forestal .....	18

2.2.5.4.	Organigrama de la subárea forestal .....	19
2.2.6.	Gestión de recursos .....	21
2.2.6.1.	Provisión de recursos.....	21
2.2.6.2.	Talento humano .....	21
2.2.6.2.1.	Competencias, formación y toma de conciencia .....	21
2.2.6.3.	Infraestructura .....	22
2.2.6.4.	Ambiente de trabajo .....	22
2.2.7.	Procesos relacionados con el cliente .....	23
2.2.7.1.	Planificación de los procesos .....	29
2.2.8.	Medición, análisis y mejora .....	30
2.2.8.1.	Políticas de medición .....	31
2.2.8.2.	Control de procesos productivos.....	31
2.2.8.3.	Medición académica de procesos.....	33
2.2.9.	Mejora continua.....	39
2.2.10.	Mantenimiento.....	39
2.2.10.1.	Planeación estratégica .....	39
2.2.10.2.	Tipos y niveles del mantenimiento.....	40
2.2.10.3.	Gestión de mantenimiento .....	41

	2.2.10.4.	Control de procedimientos .....	41
2.3.		Modelo de gestión de mejora continua en el área del aserradero .....	42
	2.3.1.	Fases de mejoramiento de la calidad.....	42
	2.3.2.	Tácticas de mejoramiento de la calidad .....	54
2.4.		Manual de seguridad y salud en el trabajo en el área del aserradero.....	60
	2.4.1.	Identificación de peligros.....	61
	2.4.2.	Análisis de riesgos .....	71
	2.4.3.	Índice de frecuencia y gravedad .....	77
	2.4.4.	Equipo de protección individual .....	81
	2.4.5.	Programa de salud y seguridad en el trabajo.....	83
	2.4.6.	Normas para salud en el trabajo .....	88
2.5.		Productividad en el área del aserradero .....	98
	2.5.1.	Determinación de coeficientes de aserrío .....	98
	2.5.2.	Sistema de gestión de costos .....	105
		2.5.2.1. Determinación de costos de producción .....	105
		2.5.2.2. Costos de producción actual del área.....	112
		2.5.2.3. Proyección de costos para nuevas producciones.....	114
	2.5.3.	Eficiencia y eficacia en el área del aserradero.....	115
	2.5.4.	Productividad en el área del aserradero .....	119



2.6.	Propuesta de ampliación del aserradero de la ENCA ...	120
2.6.1.	Elevaciones y secciones típicas de la propuesta de ampliación .....	120
2.6.2.	Presupuesto de implementación .....	126
2.6.3.	Vistas panorámicas del área propuesta .....	130
2.7.	Costos de implementación de la propuesta .....	132
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN .....	135
3.1.	Propuesta de sistema de recolección de serrín .....	135
3.1.1.	Serrín en planta de carbón vegetal .....	141
3.1.2.	Serrín como producto para la venta .....	142
3.2.	Diseño y propuesta de recolección, almacenamiento y procesamiento de lepa .....	144
3.2.1.	Elevaciones y secciones típicas de la galera de carbón vegetal .....	146
3.2.2.	Propuesta de implementación e utilización de carbonera para producción de carbón vegetal.....	148
3.2.3.	Vistas panorámicas de galera del carbón vegetal.....	158
3.3.	Sistema de recolección de mermas para el área del aserradero.....	160
3.3.1.	Lepa como fuente de alquitrán .....	160
3.3.2.	Lepa como materia prima para la obtención de carbón .....	161
3.4.	Costos de inversión para la implementación de la propuesta .....	161

4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE .....	163
4.1.	Antecedentes para la capacitación .....	163
4.1.1.	Diagnóstico .....	163
4.1.2.	Planificación.....	164
4.1.2.1.	Primera fase.....	166
4.1.3.	Evaluación .....	173
4.1.3.1.	Segunda fase.....	173
4.2.	Costos de ejecución .....	178
	CONCLUSIONES .....	179
	RECOMENDACIONES .....	181
	BIBLIOGRAFÍA .....	183
	APÉNDICES .....	185
	ANEXOS .....	187

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la ENCA.....	3
2.	Diagrama del árbol del diagnóstico de la institución.....	9
3.	Pirámide estratégica de gestión del MAPRO forestal.....	13
4.	Mapa global de la subárea forestal.....	19
5.	Organigrama propuesto para la subárea forestal.....	20
6.	Formatos de procedimientos.....	27
7.	Mapa de comunicación interna de la subárea forestal.....	29
8.	Niveles de mantenimiento.....	40
9.	Identificación de peligros en el aserradero .....	65
10.	Niveles de riesgo vrs secciones de trabajo en aserradero.....	66
11.	Análisis porcentual de riesgos en aserradero .....	75
12.	Análisis por sección de riesgos en aserradero.....	76
13.	Gráfico de control para riesgos en aserradero.....	77
14.	Diagrama de relación para programa de SST.....	87
15.	Diámetro menor de troza.....	99
16.	Longitud de la troza.....	100
17.	Plantilla de tabulación de costos.....	111
18.	Plantilla de registro de costos.....	112
19.	Planta del aserradero actual.....	121
20.	Planta de la propuesta para el aserradero.....	122
21.	Planta de la propuesta para patio de trozas.....	123
22.	Planta de la propuesta para Wood Mizer.....	124

23.	Planta de la propuesta para elaboración de tablas.....	125
24.	Planta de la propuesta para carbonera.....	126
25.	Vista panorámica propuesta para patio de trozas.....	130
26.	Vista panorámica propuesta para Wood Mizer.....	131
27.	Vista panorámica propuesta para elaboración de tablas.....	131
28.	Vista panorámica propuesta para carbonera.....	132
29.	Sistema de recolección de serrín en sección de trozas para motosierra.....	136
30.	Codificación de costales de serrín.....	137
31.	Sistema de recolección de serrín para el aserradero portátil Wood Mizer.....	138
32.	Sistema de recolección de serrín para despuntado y cepillado de tablas.....	139
33.	Sistema de recolección de serrín para canteado de tablas.....	139
34.	Tolva de serrín para galera de elaboración de tablas.....	140
35.	Apilado de lepas dentro del horno.....	141
36.	Sistema para empaque de serrín.....	142
37.	Almacén de empaque de serrín.....	143
38.	Almacenamiento provisorio de lepa.....	144
39.	Medición de lepas.....	145
40.	Planta de la propuesta para carbonera.....	147
41.	Bodega de carbón vegetal.....	152
42.	Posición del xilómetro.....	158
43.	Apilado de lepas dentro del horno.....	155
44.	Partes de la carbonera.....	156
45.	Estación de empacado de carbón vegetal y almacenaje de barriles con alquitrán.....	157
46.	Panorámica de carbonera I.....	159
47.	Panorámica de carbonera II.....	159

48.	Panorámica de carbonera III.....	160
49.	Categorización de premios.....	177

## TABLAS

I.	Matriz FODA del área del aserradero de la ENCA.....	10
II.	Partes interesadas, necesidades y expectativas .....	12
III.	Procedimientos del MAPRO forestal.....	24
IV.	Procedimientos y medidas de control del MAPRO.....	31
V.	Metodología para la implementación de la mejora continua... ..	55
VI.	Puntos de OSHA 18001 equivalentes con ISO 9001:2008.....	61
VII.	Identificación de peligros en el aserradero.....	62
VIII.	Peligros en aserradero.....	67
IX.	Análisis de riesgos en aserradero.....	72
X.	Código de color para análisis de riesgos en aserradero.....	75
XI.	Medidas de mitigación para el aserradero.....	78
XII.	Equipo de protección individual en el área del aserradero.....	81
XIII.	Premuestra de coeficientes de aserrío.....	103
XIV.	Muestra de coeficientes de aserrío.....	104
XV.	Tabla de costos de materia prima.....	106
XVI.	Tabla de costos de mano de obra.....	107
XVII.	Tabla de insumos por secciones del aserradero.....	108
XVIII.	Tabla de costo de limpieza.....	109
XIX.	Tabla de depreciación.....	110
XX.	Tabla de insumos para la muestra.....	113
XXI.	Costos de producción de la muestra.....	113
XXII.	Clasificación tablas.....	115
XXIII.	Calidad de las tablas.....	118
XXIV.	Análisis de calidad en muestra.....	118

XXV.	Productividad de la muestra.....	120
XXVI.	Presupuesto de implementación de ampliación.....	127
XXVII.	Presupuesto de maquinaria y equipo para ampliación.....	129
XXVIII.	Presupuesto de implementación de la propuesta.....	134
XIX.	Descripción de carbonera.....	146
XXX.	Implementación de carbonera para producción de carbón vegetal.....	148
XXXI.	Información general de almacén de carbón vegetal.....	151
XXXII.	Información general de carbonización de lepa.....	152
XXXIII.	Costo de implementación de la fase de investigación.....	161
XXXIV.	Planificación charla inicial para capacitación.....	167
XXXV.	Planificación de reuniones de concientización.....	169
XXXVI.	Planificación para reuniones de cierre de acciones correctivas y acciones preventivas.....	171
XXXVII.	Planificación para implementar carteles.....	172
XXXVIII.	Índice de logro de la capacitación.....	175
XXXIX.	Costo de implementación de la fase de enseñanza aprendizaje.....	178

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CDA</b>	Coeficiente de aserrío
<b>Co</b>	Conocidad
<b>C</b>	Curvatura
<b>S</b>	Desviación estándar
<b>D<sub>M</sub></b>	Diámetro mayor de troza
<b>D<sub>m</sub></b>	Diámetro menor de troza
<b>EI</b>	Especificación inferior
<b>ES</b>	Especificación superior
<b>Ex</b>	Excentricidad
<b>C<sub>p</sub></b>	Índice de capacidad del proceso
®	Marca registrada
<b>μ</b>	Media aritmética
<b>Z<sub>α/2</sub></b>	Percentil de la curva normal
<b>P+L</b>	Producción más limpia
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>V<sub>tabla</sub></b>	Volumen de tabla
<b>V<sub>troza</sub></b>	Volumen de troza





## **GLOSARIO**

<b>Acebolladura</b>	Son roturas locales de la madera, producidos entre los anillos de crecimiento y a lo largo del eje del árbol, causados por esfuerzos que inciden en la madera.
<b>Alta dirección</b>	Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.
<b>Aprovechamiento forestal</b>	Conjunto de todas las operaciones, incluidas la planificación previa y la evaluación posterior, relacionadas con el apeo o tala de los árboles y el desembosque de sus troncos u otras partes aprovechables para su posterior transformación en productos industriales. Se denomina también aprovechamiento maderable y no maderable.
<b>Aseguramiento de la calidad</b>	Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.
<b>Azulados</b>	Efecto producido por el crecimiento de hongos en una troza que modifica el color de la pieza debido a la degradación de sus compuestos químicos.

<b>Bolsa de resina</b>	Abertura entre los anillos anuales de una pieza de madera blanda que contiene o ha contenido resina.
<b>Cálculo</b>	Verificación de la exactitud aritmética de las operaciones contenidas en documentos tales como informes, contratos, comprobantes.
<b>Calidad</b>	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
<b>Canteado</b>	Labra el canto de un tablero de madera.
<b>Canto</b>	Parte de una tabla de madera correspondiente a la porción definida entre el grueso y largo del mismo.
<b>Capacidad</b>	Aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.
<b>Cara</b>	Parte de una tabla de madera correspondiente a la porción definida entre el ancho y largo del mismo.
<b>Cara limpia</b>	Sección de una tabla libre de cualquier anomalía atómica o física.

<b>Característica</b>	Rasgo diferenciador.
<b>Cepillado</b>	Alisado de una o las dos caras de una tabla de madera.
<b>Clase</b>	Categoría o rango dado a diferentes requisitos de la calidad para productos procesos o sistemas que tienen el mismo uso funcional.
<b>Cliente</b>	Organización o persona que recibe un producto.
<b>Coeficiente de aserrío</b>	Es la relación porcentual entre el volumen de madera aserrada entre el volumen de troza.
<b>Comparación</b>	Fijación de la atención en las operaciones realizadas y los lineamientos normativos.
<b>Comunicación</b>	Los medios que mantienen al cliente o usuario informado a través de un lenguaje comprensible.
<b>Conclusiones de la auditoría</b>	Resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos.
<b>Confiabilidad</b>	La capacidad de desarrollar el servicio prometido con seguridad, exactitud, libres de daños o error.

<b>Conocidad en troza</b>	Es la relación porcentual que existe entre la diferencia del diámetro mayor y diámetro menor dividido la longitud de la troza.
<b>Contracara</b>	Parte trasera de una cara.
<b>Contrato</b>	Acuerdo vinculante.
<b>Control de la calidad</b>	Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
<b>Corrección</b>	Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.
<b>Curvatura en troza</b>	Es el cociente resultante de dividir la flecha de una troza entre su longitud.
<b>Defecto</b>	Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.
<b>Desecho</b>	Acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto.
<b>Despuntado</b>	Eliminación de una pieza aserrada en sentido perpendicular al eje de la troza, con el objetivo de obtener un escuadrado.

<b>Diámetro mayor de troza</b>	Es el diámetro del extremo de una troza más cercano a la base.
<b>Diámetro menor de troza</b>	Es el diámetro de la punta más pequeña de una troza.
<b>Diseño y desarrollo</b>	Conjunto de procesos que transforma los requisitos en características especificadas o en la especificación de un producto, proceso o sistema.
<b>Documento</b>	Información y su medio de soporte.
<b>Eficacia</b>	Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.
<b>Eficiencia</b>	Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.
<b>Equipo de medición</b>	Instrumento de medición, software, patrón de medición, material de referencia o equipos auxiliares o combinación de ellos necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.
<b>Especificación</b>	Documento que establece requisitos.

<b>Evidencia de la auditoría</b>	Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.
<b>Evidencia objetiva</b>	Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo.
<b>Excentricidad en troza</b>	Es el cociente resultante de dividir la diferencia el diámetro mayor y el diámetro menor entre el diámetro menor de una troza.
<b>Fenda</b>	Roturas locales de la madera, producidas a través del eje longitudinal de la troza.
<b>Gestión de la calidad</b>	Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.
<b>Gestión</b>	Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
<b>Intuición</b>	Reacción rápida, más factible en auditores con experiencia, ante la presencia de indicios que conllevan a pensar en la posibilidad de fallas, deficiencias e irregularidades.
<b>Manual de la calidad</b>	Documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización.

<b>Mejora continua</b>	Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
<b>Mejora de la calidad</b>	Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.
<b>Métodos estadísticos</b>	Dirigidos a la selección sistemática o casual.
<b>Muñón</b>	Parte residual de una rama amputada en una troza.
<b>No conformidad</b>	Incumplimiento de un requisito.
<b>Nudo</b>	Es una inclusión de la porción basal de una rama dentro del tallo del árbol.
<b>Nudo muerto</b>	Inclusión basal de una rama en el tronco que ha desaparecido de forma natural.
<b>Nudo saltadizo</b>	Nudo resultante del rompimiento de una rama de forma natural, artificial o accidental dejando un muñón.
<b>Nudo sano</b>	Se produce cuando en el momento de corta la rama unida a la troza se encuentra con vida.
<b>Parte interesada</b>	Persona o grupo que tiene un interés en el desempeño o éxito de una organización.

<b>Picaduras</b>	Agujeros, generalmente no mayores a 1 mm, ordenados en galerías, causadas por insectos, que en alguna fase de su desarrollo se alimentan de sus compuestos químicos.
<b>Plan de la calidad</b>	Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, producto, proceso o contrato específico.
<b>Política de la calidad</b>	Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad, tal como se expresan formalmente por la alta dirección.
<b>Procedimiento</b>	Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.
<b>Proceso</b>	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
<b>Proceso de calificación</b>	Proceso para demostrar la capacidad para cumplir los requisitos especificados.
<b>Proceso de medición</b>	Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud.



<b>Producto</b>	Resultado de un proceso.
<b>Proveedor</b>	Organización o persona que proporciona un producto.
<b>Proyecto</b>	Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.
<b>Pudriciones</b>	Efecto producido por el crecimiento de hongos en la pieza, que se alimentan de la pared celular de la madera consumiéndola a través del tiempo.
<b>Registro</b>	Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
<b>Reproceso</b>	Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.
<b>Requisito</b>	Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.
<b>Satisfacción del cliente</b>	Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.

<b>Seguridad de funcionamiento</b>	Conjunto de propiedades utilizadas para describir la disponibilidad y los factores que la influyen: confiabilidad, capacidad de mantenimiento y mantenimiento de apoyo.
<b>Serrín</b>	Merma resultante de la producción de tableros de madera.
<b>Sierra de péndulo</b>	Herramienta mecánica-eléctrica utilizada para despuntar piezas aserradas de madera.
<b>Sinuoso</b>	Característica propia de una troza que se presenta gracias a condiciones ambientales extremas y que resulta en un grado alto de curvatura en la troza.
<b>Sistema</b>	Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
<b>Sistema de gestión de la calidad</b>	Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
<b>Sistema de gestión de las mediciones</b>	Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan necesarios para lograr la confirmación metrológica y el control continuo de los procesos de medición.

<b>Sistema de gestión</b>	Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.
<b>Trazabilidad</b>	Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.
<b>Usuario</b>	Organización o persona que recibe un producto, bien o servicio por parte de una institución como resultado de un proceso o trámite.
<b>Validación</b>	Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.
<b>Variable</b>	Representación cuantitativa o cualitativa de una característica, la cual presentará distintos valores según el momento de observaciones.



## RESUMEN

Un manual de calidad orienta sus esfuerzos, a través de la sistematización de sus operaciones, hacia la excelencia laboral. El simple hecho que implícitamente expone el manual, necesita de un compromiso sincero, honesto y perseverante por parte de todos aquellos que piensan trabajar con este modelo laboral.

La propuesta de mejora del área del aserradero bajo el marco del plan quinquenal de la subárea forestal de la Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA, incorpora una reseña de las actividades ejecutadas en el área del aserradero de la ENCA. Durante los seis meses de Ejercicio Profesional Supervisado se trabajó en tres campos de acción: una fase técnico profesional, una fase de investigación y por último una fase de enseñanza aprendizaje.

En primer lugar durante el ejercicio profesional supervisado se estandarizaron los procesos productivos del área del aserradero, el cual no solo expone el método actual, sino también se plantea una reingeniería del proceso donde se incorporan nuevas áreas de trabajo, se mejora el proceso productivos y se incorporan medidas de control estadístico como de seguridad y salud en el trabajo.

Gracias a la naturaleza del producto surge una investigación de producción más limpia, que propone una reutilización de la mermas que surgen del proceso productivo. La fase de investigación propone un modelo de reutilización de estas mermas con el fin de obtener un producto de valor agregado.

Por último se describe un modelo de concientización del personal que infiera en la importancia de la mejora continua para llegar y mantener la excelencia en las actividades cotidianas de carácter laboral. La concientización hacia el talento humano corresponde a la fase de enseñanza aprendizaje.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un manual de procesos para el aserradero del área forestal que incluya un sistema de gestión de calidad regido por ISO 9001 y un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo regido por OSHSAS 18001.

### **Específicos**

1. Estandarizar las operaciones llevadas a cabo durante el proceso productivo.
2. Determinar el coeficiente de aserrío del aserradero portátil Wood Mizer para trozas de especie pino de pequeñas dimensiones.
3. Proponer un modelo de ampliación del área de aserradero donde se optimicen los recursos disponibles.
4. Desarrollar un manual de procesos para el área de aserradero.
5. Desarrollar un modelo de gestión para la mejora continua del área del aserradero que este ambientado bajo los incisos requisitos de la documentación, control de registros, responsabilidad de la dirección, requisitos del cliente, control de los equipos de seguimiento y de medición, medición, análisis y mejora de la Norma ISO 9001.

6. Desarrollar e implementar un sistema de seguridad y salud en el trabajo del área del aserradero, ambientado a la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de recursos, funciones, responsabilidad y autoridad, medición de controles y seguimiento del desempeño y control de registros de la Norma COGUANOR NGT/OHSAS 18001.
  
7. Proponer un plan de capacitación para el uso del aserradero.



## INTRODUCCIÓN

El ingeniero en industrias agropecuarias y forestales es un profesional capacitado a través de sus nueve semestres de formación, en el desarrollo y administración de empresas de carácter agropecuario y / o forestal. Durante el progreso del Ejercicio Profesional Supervisado realizado bajo este formato, se diagnostica la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora en el área de aserradero de la ENCA; que a la larga, sirve como una inmejorable oportunidad para poner en práctica ese acumulado de técnicas aprendidas durante la formación teórica-académica.

Esta aplicación de mejora continua y estandarización, aunque siendo muy común en la industria agropecuaria guatemalteca es una novedad en la industria forestal. Lo que hace único al desarrollo de este EPS es su campo de aplicación. No solo dedicado a la industria forestal; sino también busca el desarrollo de competencias académicas en estudiantes tanto a nivel diversificado como a nivel de pregrado.

El desarrollo de un manual de procesos, la identificación de peligros y su nivel de riesgo, la propuesta de ampliación y de la implementación de mejora continua todo bajo el formato de las Normas ISO 9001: 2008 Y OHSAS 18001 son parte del desarrollo de la fase técnico-profesional del proyecto. Este listado representa sin duda alguna, una mejora y un camino hacia la estandarización con resultados deseados.

Los manuales introducen un sistema que permite trabajar bajo metas, lo que implícitamente sugiere mejoras continuas durante los procesos productivos y académicos.

La ejecución de la fase de investigación representa para la institución dar un valor agregado no solo de carácter económico a sus mermas, sino también desarrollar en sus estudiantes y colaboradores conceptos teóricos – prácticos que no se han desarrollado hasta la fecha. La persona interesada en la lectura de este documento, encontrará el desarrollo de un manual de calidad que se rige bajo los nueve incisos de la Norma ISO 9001, que desarrolla análisis de control estadístico y muestreo; también encontrará una guía para el análisis de riesgos y una propuesta de un sistema de mantenimiento para el campo de aplicación del documento.

# **1. GENERALIDADES DE LA ENCA**

## **1.1. Descripción**

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) es una institución educativa autónoma, descentralizada, con patrimonio propio y personalidad jurídica, responsable de organizar, dirigir y desarrollar la formación de profesionales del nivel medio de las áreas agrícola, pecuaria y forestal del país.

Bajo un contexto de mejora continua, la ENCA formula en el 2005 un plan estratégico con un período de desarrollo de quince años y que abarca una redefinición de la visión, misión, objetivos estratégicos, áreas estratégicas, programas y políticas estratégicas, así como la definición de las actividades que se deban implementar en el corto, mediano y largo plazo, para alcanzar el objetivo planteado.

La ENCA estandariza sus procesos bajo la Norma BASC en el 2010 y para finales del 2013 busca repetir lo mismo bajo Norma ISO 9001 empezando por el área académica.

## **1.2. Visión de la ENCA**

“Integrar un sistema de educación y capacitación agrícola y ambiental descentralizado, desde escuelas de formación agrícola, EFAs, escuelas de educación agrícola media, nivel universitario y posgrado orientado hacia el desarrollo sostenible, agronegocios, manejo de recursos naturales y desarrollo rural integral. Este sistema se sustenta en las siguientes premisas:

- a) El reconocimiento del país como una sociedad con niveles de pobreza generalizada.
- b) La tradición de aprender haciendo.
- c) La excelencia académica y productiva.
- d) La formación del carácter del estudiante mediante disciplina y el desarrollo de habilidades de liderazgo.
- e) La formación de emprendedores. ”

### **1.3. Misión de la ENCA**

“Educar agrónomos, dasónomos y capacitar agricultores y egresados para las empresas agroforestales, Sector Público Agrícola, organizaciones de productores y universidades, en la Finca Bárcena, en el Parque Las Ninfas y en cualquier otra región del país, utilizando las mejores metodologías y técnicas educativas teórico-prácticas bajo el lema: "Aprender haciendo". Para ello ejecutamos proyectos productivos estudiantiles, talleres, giras de estudio, práctica supervisada, investigaciones de campo y bibliográficas”.

### **1.4. Objetivos de la ENCA**

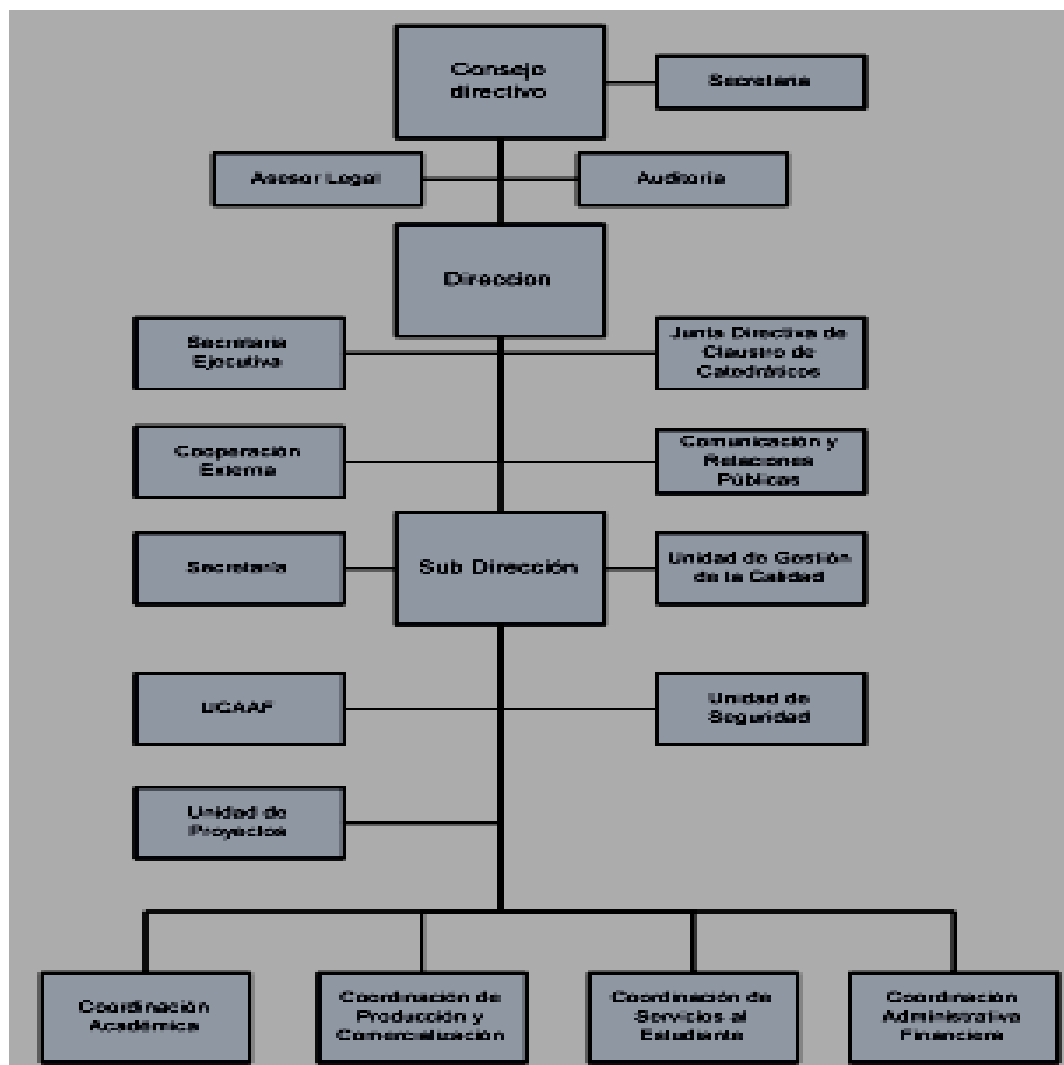
“Formar agrónomos, dasónomos y capacitar agricultores y egresados para las empresas agroforestales, Sector Público Agrícola, organizaciones de productores y universidades, bajo el lema: "Aprender haciendo”.

### **1.5. Organización de la ENCA**

La ENCA cuenta con una Junta Directiva, la encargada de proponer las políticas a seguir. A ella le responden la dirección y subdirección. Del mismo modo, la dirección cuenta con la Coordinación Académica, Servicio al

estudiante y la Coordinación de Producción bajo su disposición. La primera está encargada de la formación académica de los estudiantes, la segunda brinda los servicios y la última en producirlos. A continuación, en la figura 1 se describe el organigrama que conforma la institución.

Figura 1. Organigrama de la ENCA



Fuente: Escuela Nacional Central de Agricultura, Guatemala.

## **1.6. Funciones de la ENCA**

ENCA es una institución estatal que se dedica a la formación de técnicos a nivel diversificado en las ciencias agrícolas y forestales, así también se dedica a la planificación, dirección, coordinación, supervisión y realización de estudios en la investigación y desarrollo agropecuario y forestal del país.

## **1.7. Generalidades de la subárea forestal**

La subárea forestal fue creada con el propósito de coordinar y controlar toda aquella actividad de carácter forestal dentro de las instalaciones de ENCA. A continuación en el inciso 1.7.1. se realiza una pequeña descripción de la subárea.

### **1.7.1. Descripción**

El área forestal está conformada por un claustro de siete profesores, de los cuales seis imparten cursos y/o módulos a alumnos pertenecientes a las carreras de perito forestal y perito agrónomo. El catedrático restante imparte los cursos de transformación de la madera a los alumnos de ingeniería en industrias agropecuarias y forestales.

El claustro de profesores cuenta con catedráticos con títulos a nivel universitario, en su mayoría ingenieros agrónomos en recursos naturales renovables.

El área forestal es coordinada por el área de academia y se rige bajo sus normativos. Actualmente el área está administrada por un encargado de área, quién busca estandarizar sus procesos y procedimientos de acuerdo al Plan estratégico 2005-2020, en específico, el inciso de “Apoyo a la

investigación, con énfasis en la implementación de procesos de investigación aplicada a las actividades agrícolas, pecuarias y forestales. “

### **1.7.2. Visión**

“Para el año 2017 posicionarnos como el ente líder, a nivel nacional, en investigación y desarrollo de tecnologías y productos de la transformación forestal que respondan a la demanda nacional, siendo los rectores de la educación forestal a nivel medio y contribuyendo con la educación forestal y de transformación del bosque en general”.

### **1.7.3. Misión**

“Somos el ente rector dentro de la ENCA, formando peritos forestales, ingenieros en industria agropecuarios y forestales, a través de un modelo integrado por la academia y producción”.

### **1.7.4. Resultados esperados**

La creación de un plan específico e integral para el área forestal, que unifique los esfuerzos y la visión de los profesores y que a su vez responda a los planteamientos del “Plan estratégico 2005-2020” de la institución.

### **1.7.5. Objetivos**

Los objetivos estratégicos de la subárea forestal son los siguientes:

- a) “Optimizar el proceso de educación formal e informal, que responda a las necesidades y demandas de los sectores productivos y sociales del país,

sobre la base de la excelencia académica, el ámbito agrícola, pecuario, forestal y agroindustrial”.

- b) “Mejorar el programa de producción y servicios, integrándolo a la actividad educativa y generando opciones que permitan orientarse hacia la sostenibilidad económica de la escuela”.
- c) “Hacer más eficientes las funciones del componente administrativo para que responda a las necesidades y demandas de la actividad académica, servicios al estudiante, de producción y de servicios profesionales”.

#### **1.7.6. Beneficiarios**

A partir de la implementación efectiva del plan estratégico y con ayuda de un control periódico del mismo, se busca desarrollar competencias en los estudiantes, facilitar la labor docente, agilizar y mejorar la relación entre el área de producción y el área de academia y por último optimizar la utilización de los recursos disponibles dentro de los límites de la ENCA.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diagnóstico de la subárea forestal**

Para realizar el diagnóstico de las condiciones de la subárea forestal se utilizaron herramientas convencionales para la identificación de problemas.

Entre las técnicas usadas está la lista de verificación, la cual fue ambientada bajo las Normas ISO 9001 y Norma OHSAS 18001, lo que permite, a partir de sus resultados, identificar inconformidades y establecer los puntos a mejorar. La otra técnica utilizada es el diagrama del árbol, con la ayuda de los resultados arrojados por la lista de verificación, puede servir para identificar el problema crítico, así como sus causas y efectos.

Por último, se complementa el diagnóstico con un análisis FODA de la subárea forestal con el objetivo de determinar los puntos de mejora y determinar las fortalezas para así explotarla de la mejor manera.

Los resultados obtenidos a partir del diagnóstico están desarrollados a continuación.

#### **2.1.1. Lista de verificación**

Para cumplir con este inciso se realizaron dos listas de verificación, la primera basada en la Norma ISO 9001 y la segunda basada en la Norma OHSAS 18001. Los hallazgos obtenidos fueron los siguientes:

#### **2.1.1.1. Sistema de gestión de la calidad**

- a) La institución necesita un sistema de metodología que asegure la operación y que mantenga un control eficaz.
- b) La institución necesita un sistema de gestión de registros que audite una mejora continua y mejora del producto.
- c) La alta dirección necesita establecer y mantener un sistema de comunicación eficaz, donde se incluya una política de calidad y objetivos, un manual de calidad con alcance definido y procedimientos actualizados y revisados, donde se establezcan los recursos disponibles y necesarios para llevar a cabo sus operaciones y todo debe de estar orientado a los requisitos del cliente como los requisitos de compra.
- d) La alta dirección necesita implementar un sistema de control de condiciones que incluya disponibilidad de información pertinente, instrucciones de trabajo y equipo adecuado para llevar a cabo las actividades productivas.

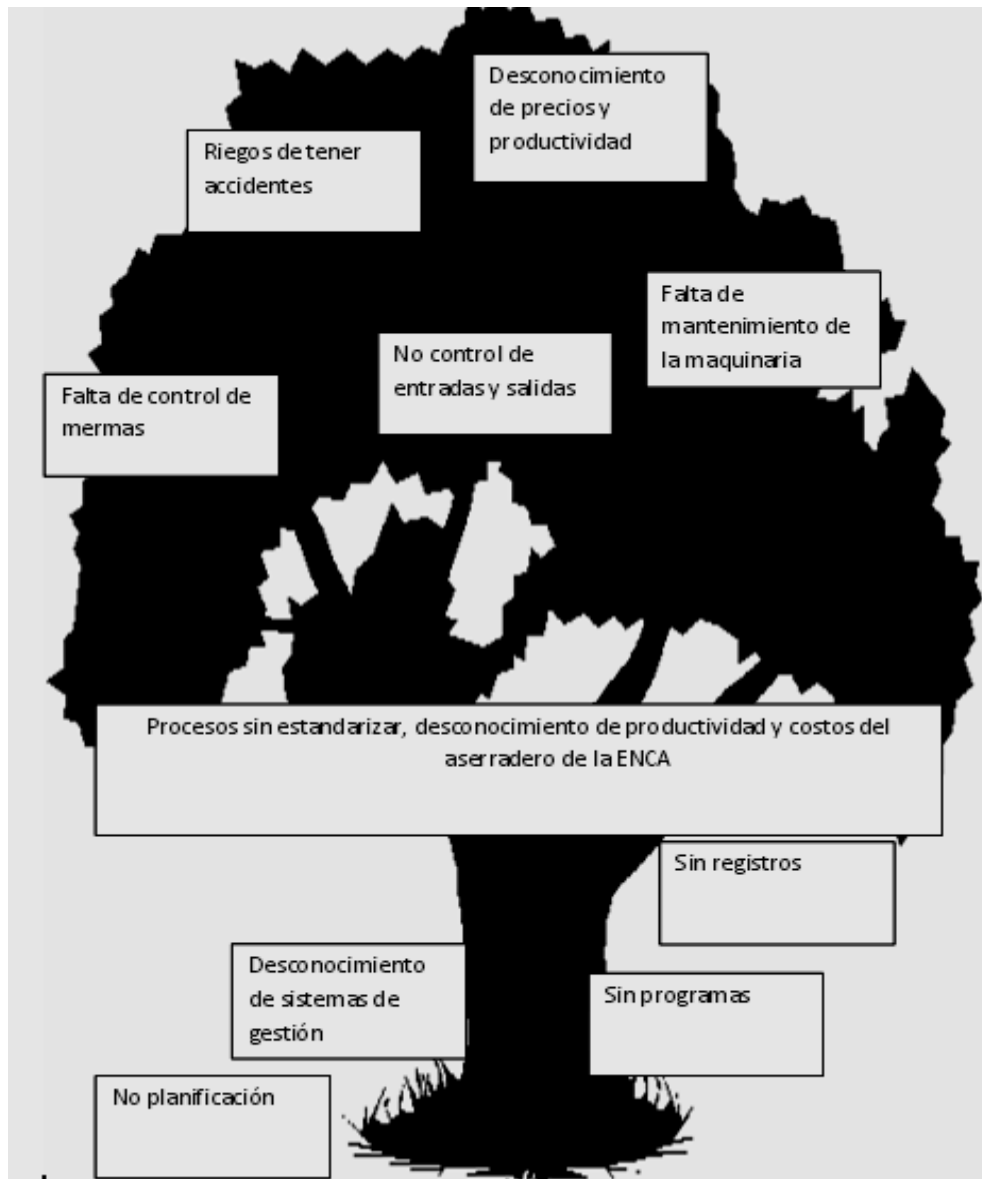
#### **2.1.1.2. Sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo**

- a) La institución necesita un sistema de salud y seguridad de trabajo que incluya procesos documentados y con responsable definido, con alcance determinado, políticas y objetivos definidos. Donde se establezcan un control de riesgos y peligros de actividades rutinarias y no rutinarias.

### 2.1.2. Diagrama del árbol

El diagrama de árbol se presenta en la siguiente forma.

Figura 2. Diagrama del árbol del diagnóstico de la institución



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

### 2.1.3. Análisis FODA

La matriz FODA analiza las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que afectan a la subárea forestal. Además, plantea las soluciones que permitirán reducir y eliminar amenazas y debilidades, así como afianzar las fortalezas y oportunidades. Los resultados obtenidos se disponen en la matriz FODA del área del aserradero.

Tabla I. **Matriz FODA del área del aserradero de la ENCA**

Factores internos	Lista de fortalezas <b>F1.</b> Personal capacitado <b>F2.</b> Maquinaria tecnificada	Lista de Debilidades <b>D1.</b> No registros <b>D2.</b> Desorganización <b>D3.</b> No información de costos y productividad
Factores externos		
Lista de oportunidades <b>O1.</b> Posicionamiento laboral <b>O2.</b> Aplicacion de nuevos conocimientos	<b>FO (Maxi-Maxi)</b> Manual de procesos Sistema de mejora continua	<b>DO (Mini-Maxi)</b> Sistema de gestión de calidad y control de costos Coeficiente de aserrío y eficiencia del área
Lista de Amenazas <b>A1.</b> Mala praxis <b>A2.</b> Publicidad negativa	<b>FA (Maxi-Mini)</b> Manual de procesos Manual de seguridad y salud en el trabajo	<b>DA (Mini-Mini)</b> Coeficiente de aserríos Sistema de gestión de la calidad.

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Manual de procesos en el área del aserradero**

El manual de procesos permite estandarizar las actividades que se realizan cotidianamente dentro del aserradero, por lo que la subárea desarrolla los procedimientos para esta área en específico con carácter prioritario.

### **2.2.1. Generalidades**

Con el establecimiento de un sistema de gestión de la calidad, la subárea forestal busca consolidar los procesos que componen la actividad de la organización y mejorar la eficacia de cada uno de dichos procesos.

El funcionamiento de la organización bajo el esquema de trabajo ISO 9001 aporta control a la hora de llevar a cabo los servicios de transporte y almacenaje de mercancías, disminuyendo los riesgos de que se den problemas durante su prestación y provocando, en lógica consecuencia, un aumento de la productividad de la organización y de la fidelidad de los clientes.

En definitiva, aumenta la competitividad de la organización en el mercado.

Antes de seguir desarrollando el sistema de gestión de calidad, se hace necesario delimitar a las partes interesadas, las necesidades y las expectativas dentro de la subárea forestal.

Es de suma importancia identificar cada una de estas variables, porque entre ellas pueden existir conflictos de interés y la resolución oportuna permitirá a la subárea forestal el éxito en el desarrollo de este mapa forestal.

De manera que se pueda simplificar la identificación de los clientes internos, como los clientes externos, se presenta la siguiente tabla que incluye las partes interesadas, su categorización y también se describe brevemente cuales son las expectativas y necesidades de cada uno de los clientes.

Tabla II. **Partes interesadas, necesidades y expectativas**

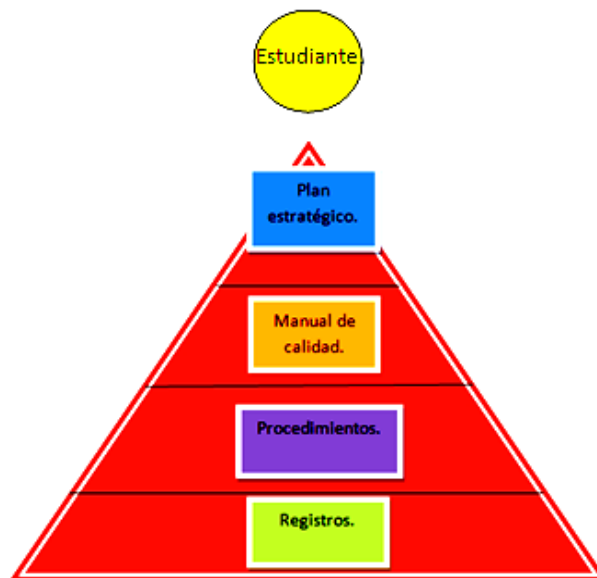
<b>Partes interesadas</b>	<b>Tipo de cliente</b>	<b>Necesidades y expectativas</b>
Personal de la organización	Interno	Clima organizacional amigable Reconocimiento Estabilidad laboral
Dirección y junta directiva	Interno	Resultados de acuerdo al plan estratégico de la ENCA
Sociedad	Externo	Protección ambiental Compromiso ético Cumplimiento de los requisitos legales y reglamentos
Padres de familia	Externo	Profesional técnico con competencias Altos valores éticos y profesionales. Capacidad técnica Servicio oportuno y habilidades de comunicación
Clúster forestal	Externo	
Proveedores	Externo	Beneficios mutuos Continuidad

Fuente: elaboración propia.

La subárea forestal cuenta con tres clientes externos y con dos clientes internos, por lo tanto, unifica sus esfuerzos para satisfacer sus necesidades y expectativas, con la implementación de este manual de calidad.

En el siguiente esquema general, se delimita los fundamentos que el MAPRO forestal desarrolla para implementar la calidad requerida por sus clientes internos y externos y las medidas de control a tomar en cuenta dentro de las áreas de procesos de la subárea forestal.

Figura 3. **Pirámide estratégica de gestión del MAPRO forestal**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

- a) Estudiante. El estudiante es el sol de la pirámide es el fin y el origen de la subárea. Todos y cada uno de los procedimientos, procesos, actividades, personal e implementaciones están enfocadas en desarrollar las competencias, valores, principios, habilidades y destrezas que harán del

cliente un sinónimo de excelencia y calidad, que son demandadas tanto en la sociedad guatemalteca como en el clúster forestal.

- b) Plan estratégico. El conjunto de guías filosóficas que llevarán a la subárea, al éxito en su propósito de desarrollar peritos forestales e ingenieros en industrias agropecuarias y forestales con altos estándares de calidad y fuertes habilidades y destrezas interpersonales.
- c) Manual de calidad. La principal herramienta que describe los procedimientos e instrucciones de trabajo para todos y cada uno de los integrantes de la subárea forestal.
- d) Procedimientos. Los procedimientos desarrollados incluyen el control de registros, el control de documentación, el desarrollo de las auditorías internas, las acciones correctivas y las acciones preventivas.
- e) Registros. El conjunto de formatos son la base de la pirámide para la recopilación de información y la memoria histórica de la subárea forestal.

### **2.2.2. Objetivos de calidad**

El objetivo del manual es documentar el sistema administrativo de calidad correspondiente a las áreas de transformación / industrialización de la madera y aserradero, para el cumplimiento de la Norma ISO 9001:2008 y se podrá utilizar en todos los documentos del sistema para referirse al sistema administrativo de calidad de la subárea forestal.

Los objetivos de calidad del manual de calidad MAPRO forestal se describen a continuación.



#### **2.2.2.1. Objetivos de calidad de la Alta Dirección**

- a) Incrementar el 4,5 % cuatrimestral en la satisfacción de los usuarios con respecto al 2013, en el periodo comprendido de enero a diciembre del presente año.

#### **2.2.2.2. Objetivos de calidad de la Dirección de Recursos Humanos**

- a) Implementar con éxito la técnica 5 S en las áreas de transformación / industrialización de la madera y aserradero para noviembre del 2013.
- b) Lograr la concientización del 100 % de la población total de colaboradores que se encuentran dentro del alcance del procedimiento de capacitación y desarrollo del personal, del programa cuatrimestral "hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos".

#### **2.2.2.3. Objetivos de calidad de la Dirección de Control Escolar**

- a) Lograr aumentar para el 2014, el 5 % la productividad y tecnificación del personal.

#### **2.2.3. Alcance del Manual de procesos**

El MAPRO forestal abarca labores cotidianas realizadas en las áreas de transformación/industrialización de la madera y aserradero, que están bajo responsabilidad de la subárea forestal; siempre y cuando dichas actividades sean concernientes al que hacer académico y productivo de las carreras de

Perito Forestal, Perito Agrónomo e Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.

#### **2.2.4. Control del Manual de procesos**

El manual de calidad queda bajo la responsabilidad del encargado de la subárea forestal, el cual debe velar por el control de las revisiones a éste mismo. Toda corrección o modificación que se realice al manual deberá estar de acuerdo al procedimiento de control de documentos, en la sección correspondiente a cambios o mejoras a documentos existentes.

##### **2.2.4.1. Control de documentos**

Los documentos serán controlados mediante la creación de una base de datos que contemple el universo de registros y que tendrá un apartado físico, como digital dentro de la subárea forestal en el salón de catedráticos C y bajo la supervisión y control del encargado de la subárea forestal.

##### **2.2.4.2. Control de registros**

El encargado de la subárea forestal tiene por función mantener resguardo de:

- a) Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- c) Asegurar de que se identifican los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos.

- d) Asegurarse de que las versiones pertinentes de los registros aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- e) Asegurarse que los registros permanezcan legibles y fácilmente identificables.
- f) Prevenir el uso no intencionado de registros obsoletos y aplicables una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

### **2.2.5. Sistema de administración de calidad**

Pretende solventar incertidumbres en procesos a través de la creación de modelos de operación y mapas globales, los cuales se describen detalladamente en los incisos 2.2.5.2. y 2.2.5.3. respectivamente.

#### **2.2.5.1. Generalidades**

Las áreas que forman parte del alcance documentan e implementan acciones para mantener el sistema, encaminado a mejorar continuamente la eficacia, considerando las necesidades de los clientes y usuarios de las áreas de transformación / industrialización de la madera y aserradero, tomando como fundamento el sistemas de gestión de la calidad de la Norma ISO 9001: 2008.

#### **2.2.5.2. Modelo de operación del MAPRO forestal**

El mapa global de procesos muestra el modelo de operación en el área de transformación / industrialización de la madera, el cual está conformado por un sistema interrelacionado que funciona de forma independiente y que además, tiene un enfoque basado en procesos.

### **2.2.5.3. Mapa global de proceso de la subárea forestal**

El mapa se desarrolla en 3 grandes bloques; a la izquierda, las entradas y los suministradores; el segundo bloque, integra los procesos centrales o relevantes (críticos de acuerdo a la norma), los académicos (módulos y laboratorios) y los de gestión de servicios académicos.

Como soporte, los de servicio al estudiante, así como la evaluación, que impactan a todos los procesos de carácter netamente académicos y productivos, todos se presentan en rectángulos, unidos por líneas y flechas, para dar idea del trayecto que sigue la interacción de los procesos; en el bloque de la derecha, los clientes y las salidas.

El mapa propuesto inicia con el proceso de planeación, continúa con los procesos de diseño y rediseño curricular, sigue con la ejecución de los programas académicos, para luego pasar a su evaluación y por último concluir con egreso, todo relacionado con la investigación, extensión y vinculación.

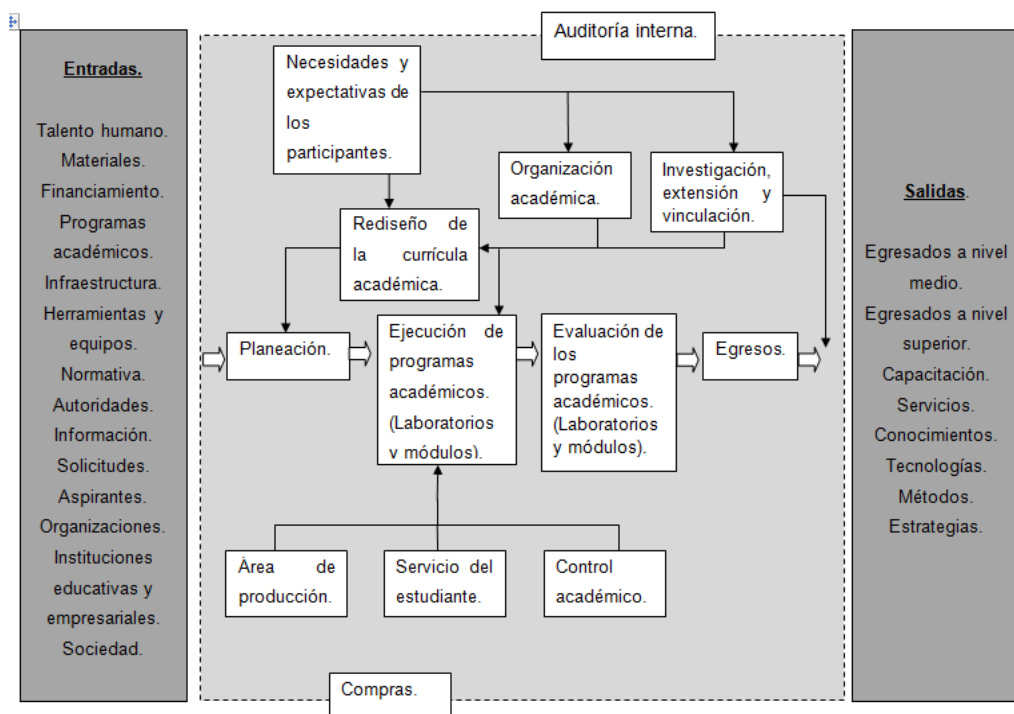
Además, se agregaron los procesos de servicios de control académico y organización académica, que interactúan con el desarrollo curricular, así como procesos de organización educativa y de extensión y vinculación, que interactúan tanto al diseño y rediseño curricular, como al desarrollo de programas académicos; en los procesos de apoyo se incorporan la auditoría interna y compras.

El mapa también es complementado con la sección de necesidades y expectativas del mercado. Dicho proceso abarca establecer las necesidades y requerimientos del clúster forestal para que esta información sea tomada en

cuenta por los procesos de rediseño curricular, organización académica e investigación, extensión y vinculación.

Para comprender de mejor manera el mapeo, se presenta la figura 4 que describe gráficamente el procedimiento.

Figura 4. Mapa global de la subárea forestal



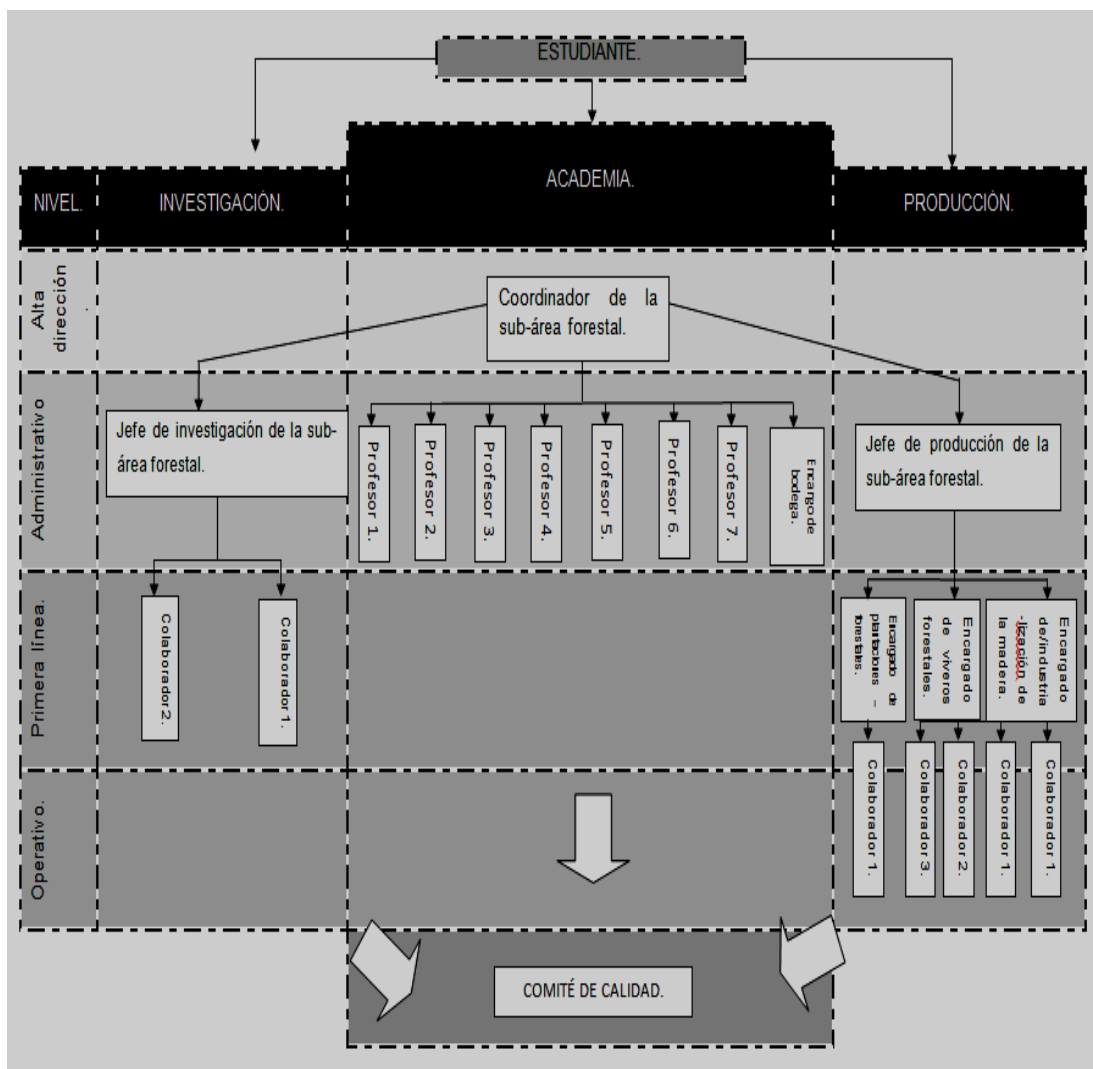
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

#### 2.2.5.4. Organigrama de la subárea forestal

La subárea forestal de acuerdo la política que la rige dedica sus esfuerzos hacia la excelencia académica por parte del estudiante.

Por lo tanto la ENCA dirige sus recursos académicos, infraestructurales y otro de cualquier índole, hacia el desarrollo de las competencias requeridas por el mercado laboral. Por ende, el organigrama propuesto por el área es el siguiente.

Figura 5. Organigrama propuesto para la subárea forestal



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

## **2.2.6. Gestión de recursos**

Para cumplir con la gestión de recursos, la subárea forestal presenta los siguientes incisos.

### **2.2.6.1. Provisión de recursos**

La subárea forestal determina y proporciona los recursos necesarios para la implementación y seguimiento del sistema de administración de la calidad mediante el plan operativo anual y planificación presupuestaria del siguiente año. Esta actividad se lleva a cabo en junio.

### **2.2.6.2. Talento humano**

La alta dirección con base en el análisis del perfil del puesto determina si el personal a su cargo es competente; en caso de que no lo sea, solicitan a las instancias correspondientes, se lleve cabo la capacitación o acciones que permitan cubrir las competencias del personal.

#### **2.2.6.2.1. Competencias, formación y toma de conciencia**

Para dar cumplimiento al requisito anterior, la subárea forestal a través de la detección de necesidades de capacitación realiza las acciones de formación pertinentes y verifica la eficacia del impacto de la capacitación, por medio de la aplicación de los cuestionarios del seguimiento del personal capacitado, seguimiento del jefe inmediato y otras herramientas que se consideren adecuados, dependiendo de la naturaleza de la capacitación.

### **2.2.6.3. Infraestructura**

La ENCA, de acuerdo a su plan operativo anual y la planificación presupuestaria, determina el suministro de recursos y la infraestructura necesaria, para lograr la conformidad con los requisitos de los servicios y la unidad administrativa, se encarga de la suministración y mantenimiento. A continuación se presentan las unidades y sus responsabilidades.

- a) La unidad administrativa mantiene las instalaciones.
- b) CECENCA mantiene el equipo tanto hardware y software.

La subárea forestal se rige bajo estos estatutos que son propios de la institución, además, el mantenimiento de las herramientas y equipos que pertenecen a las áreas de transformación / industrialización de la madera y aserradero, están contemplados en los planes de mantenimiento, los cuales están descritos en este documento.

### **2.2.6.4. Ambiente de trabajo**

Las áreas involucradas en los procesos que forman parte del alcance del MAPRO forestal establecen, evalúan y propician la mejora del ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del personal y los clientes. Por lo tanto, la subárea forestal considera pertinente establecer la herramienta de las 5 S, ya que una institución limpia y segura permite una orientación hacia las metas.



### **2.2.7. Procesos relacionados con el cliente**

Las áreas involucradas en los procesos que forman parte del alcance del sistema de administración de la calidad determinan:

- a) Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma.
- b) Los requisitos no establecidos para los clientes, pero necesarios para la entrega del servicio.
- c) Los requisitos legales y reglamentarios aplicables relacionados con los procesos que forman parte del alcance del sistema de administración de calidad, establecidos en las referencias normativas.
- d) Cualquier requisito adicional que las secretarías, dependencias administrativas, unidades académicas, coordinación de área y coordinación de programa establezcan.

Para el cumplimiento de estos incisos se presenta un procedimiento que abarca las galeras que están contempladas en el aserradero.

- a) Patio de trozas
- b) Aserradero
- c) Elaboración de tablas
- d) Carbonera

Se plantea facilitar el acceso a procedimientos establecidos con la ayuda de la tabla III, donde a cada uno se le da una clave numérica que le servirá a la persona para poder encontrarla dentro de los formatos de procedimientos.

La clave asignada corresponde al procedimiento propio de un área específica separada por un punto con otro número que corresponde al correlativo del procedimiento dentro de esa área. Por ejemplo, si se habla del procedimiento 1.13, éste se trata del procedimiento 13 y por ser 1 que se lleva a cabo dentro del patio de trozas.

**Tabla III. Procedimientos del MAPRO forestal**

<b>Procedimiento</b>	<b>Área</b>	<b>Código</b>
Determinación del tamaño del lote	Patio de trozas	1.1.
Determinación y descripción de la muestra	Patio de trozas	1.2.
Relleno del formato de registro RE-SIG-CA-T4F1	Patio de trozas	1.3.
Determinación de parámetros cuantitativos	Patio de trozas	1.4.
Determinación de parámetros cuantitativos a partir de plantilla Excel RE-SIG-CA-T4F3	Patio de trozas	1.5.
Determinación de parámetros cuantitativos	Patio de trozas	1.6.
Identificación y registro de trozas	Patio de trozas	1.7.
Relleno del formato de registro RE-SIG-CA-T4F2	Patio de trozas	1.8.
Determinación de parámetros cuantitativos	Patio de trozas	1.9.

Continuación de la tabla III.

<b>Procedimiento</b>	<b>Área</b>	<b>Código</b>
Determinación de parámetros cuantitativos a partir de plantilla Excel RE-SIG-CA-T4F3	Patio de trozas	1.10.
Determinación de parámetros cualitativos	Patio de trozas	1.11.
Identificación y registro de trozas	Patio de trozas	1.12.
Relleno de formato de registro RE-SIG-CA-T4F2	Patio de trozas	1.13.
Delimitación y realización de cortes radiales	Aserradero	2.1.
Identificación y registro de nuevas trozas	Aserradero	2.2.
Relleno del formato de registro RE-SIG-CA-T4F4	Aserradero	2.3.
Recolección, empaque y codificación de serrín	Aserradero	2.4.
Transporte y orden de trozas clase 1	Aserradero	2.5.
Despuntado de tablas	Elaboración de tablas	3.1.
Cepillado de tablas	Elaboración de tablas	3.2.
Canteado de tablas	Elaboración de tablas	3.3.
Clasificación de tablas	Elaboración de tablas	3.4.
Almacenaje de tablas	Elaboración de tablas	3.5.
Manejo de desperdicios	Elaboración de tablas	3.6.
Almacenaje de serrín	Carbonera	4.1.

Continuación de la tabla III.


<b>Procedimiento</b>	<b>Área</b>	<b>Código</b>
Almacenaje de carbón vegetal empacado	Carbonera	4.2.
Dimensionado y carbonización de lepa	Carbonera	4.3.
Empacado de carbón vegetal	Carbonera	4.4.
Almacenaje de alquitrán	Carbonera	4.5.
Control de procedimiento 1.2.	Patio de trozas	5.1.
Control de procedimientos 1.4. – 1.5.	Patio de trozas	5.2.
Control de procedimiento 1.6.	Patio de trozas	5.3.
Control de procedimientos 1.9. – 1.10.	Patio de trozas	5.4.
Control de procedimientos 1.11.	Patio de trozas	5.5.
Control de procedimiento 2.4.	Aserradero	5.6.
Control de procedimiento 2.6.	Aserradero	5.7.
Control del procedimiento 2.7.	Aserradero	5.8.
Control de procedimiento 3.1.	Elaboración de tablas	5.9.
Control de procedimiento 3.2.	Elaboración de tablas	5.10.
Control de procedimiento 3.3.	Elaboración de tablas	5.11.
Control de procedimiento 3.4.	Elaboración de tablas	5.12.
Control de procedimiento 3.6.	Elaboración de tablas	5.13.
Control de procedimiento 4.3.	Elaboración de tablas	5.14.
Control de procedimiento 4.4.	Elaboración de tablas	5.15.
Control de procedimiento 4.5.	Elaboración de tablas	5.16.

Fuente: elaboración propia.

A partir de estas tablas se puede generar un listado de procedimientos que permitan estandarizar procesos. La metodología requerida para cumplir con este desarrollo incluyó un formato donde se describe las operaciones requeridas para llevar a cabo cada proceso y donde aplique las actividades específicas para cada operación.

La figura 6 desarrolla esta metodología.


Figura 6. **Formatos de procedimientos**

	<b>Escuela Nacional Central de Agricultura</b> <b>Sistema de Gestión de la calidad</b> <b>Procedimientos 1.1, 1.2, 1.3.</b>	<b>RE-SIG-CA-T4F1</b>
<b>Página 1/4.</b> <b>Código:</b> _____	<b>Departamento:</b> Sub coordinación forestal <b>Vo. Bo.</b> Encargado de la subárea forestal <div style="text-align: right;"><b>Firma.</b></div>	

<b>1.1 Determinación del tamaño del lote</b>
a) Contar el total de trozas recibidas. b) Escribir el dato obtenido en el formato de registro RE-SIG-CA-T4F1.
<b>1.2 Determinación y descripción de la muestra</b>
a) Aleatoriamente tomar datos de los diámetros menores de la cantidad de trozas necesarias para la premuestra. <ol style="list-style-type: none"> <li>Colocar la pestaña del metro en el extremo más alejado del diámetro mayor.</li> <li>Arrastrar el metro, formando un ángulo recto, hasta el punto donde termine el diámetro de la troza.</li> <li>Tomar el dato obtenido en pulgadas.</li> </ol> b) Repetir pasos I, II y III de esta sección con un giro de noventa (90) grados. c) Calcular el promedio del diámetro menor. Utilizar la siguiente fórmula. $D_m = ((Y_2 - Y_1) + (X_2 - X_1)) / 2$ <p>Donde. <math>D_m</math> = diámetro menor. <math>Y_2 - Y_1</math> = valor en pulgadas de la distancia entre los puntos <math>Y_2</math> "y" <math>Y_1</math>. <math>X_2 - X_1</math> = valor en pulgadas de la distancia entre los puntos <math>X_2</math> "y" <math>X_1</math>.</p>
d) Colocar el valor obtenido en el registro RE-SIG-CA-T4F1.

Continuación de la figura 6.

	<b>Escuela Nacional Central de Agricultura</b> <b>Sistema de Gestión de la calidad</b> <b>Procedimientos 1.1, 1.2, 1.3.</b>	<b>RE-SIG-CA-T4F1</b>
<b>Página 3/4.</b> <b>Código:</b> _____	<b>Departamento:</b> Sub coordinación forestal <b>Vo. Bo.</b> Encargado de la subárea forestal <b>Firma.</b> _____	

No	Descripción.	Medición		Símbolo														
		S	M	○	◻	◻	→	△	▽	◇	D	○						
1.1	Determinación del tamaño del lote																	
1.2	Determinación y descripción de muestra																	
5.1	Control del procedimiento 1.2																	
1.3	Relleno del registro RE-SIG-CA-T4F1																	

Símbolo	Operación	Inspeccion	Operación inspeccion	Transporte	Almacenamiento	Entrada de bienes	Decisión	Demora	Conector
		○	◻	◻	→	△	▽	◇	D
<b>Cantidad</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Distancia</b>									
<b>Tiempo</b>									

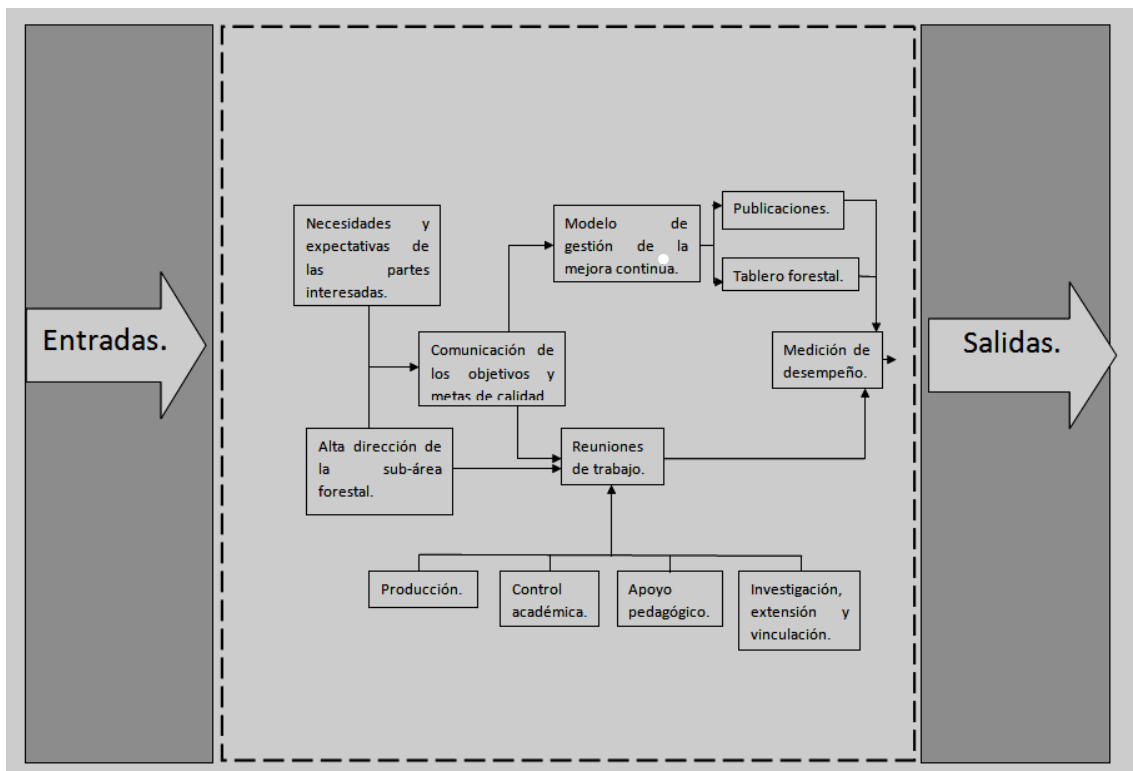
Designación de responsabilidades
El encargado de la actividad debe de controlar, supervisar y direccionar la actividad durante todo momento. El puesto y la responsabilidad puede ser asignada a un empleado de rango administrativo de acuerdo al organigrama de la subárea y el encargado de la subárea forestal debe ser notificado con un plazo de por lo menos un día de anticipación, por escrito.

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7.1. Planificación de los procesos

Para la planificación de procesos y cumpliendo con la Norma ISO 9001: 2008 se propone el siguiente mapa de comunicación interna.

Figura 7. Mapa de comunicación interna de la subárea forestal



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

El mapa se distribuye en tres bloques, el primero, de izquierda a derecha de la hoja, señala las entradas, que en este caso son todos los datos recopilados sobre las necesidades y expectativas de los participantes.

En el bloque central se dinamiza el proceso de comunicación interna, donde la divulgación de los objetivos de calidad, se obtienen de las necesidades y expectativas de los participantes y que es editado por la alta dirección de la subárea forestal.

Luego la estrategia de divulgación se divide en tres actividades que son las reuniones de trabajo, las cuales son elaboradas gracias a la organización de la subárea forestal, las áreas de producción, de control académico y servicios pedagógicos.

El modelo de gestión de mejora continua es otra alternativa para la divulgación. Las actividades que sugiere son las publicaciones estratégicas y la utilización del tablero forestal.

Por último se encuentra la evaluación del desempeño, dicha actividad debe ser realizada por el encargado de la subárea forestal e implementar una metodología que mida el grado de alcance de los objetivos con el desarrollo del procedimiento de comunicación interna.

En el bloque derecho, el último de mano izquierda a derecha, se determinan las salidas, que incluyen todo lo concerniente a resultados obtenidos con el procedimiento de comunicación interna. Esta actividad debe ser realizada al finalizar cada cuatrimestre.

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

La medición, el análisis y la mejora propuesta para el modelo de calidad queda establecida con énfasis al desarrollo del estudiante dentro de la



institución, por lo que se focaliza los esfuerzos a una medición y una mejora bajo los principios de calidad seis sigma.

### 2.2.8.1. Políticas de medición

- a) La subárea forestal bajo el criterio anterior implementa como política de medición hasta un 5 % de unidades defectuosas por lote.

### 2.2.8.2. Control de procesos productivos

Para el control de procesos productivos que aseguren la calidad dentro de la subárea forestal se proponen dos técnicas de control, las cuales son las cartas de control y el índice de capacidad.

Tabla IV. **Procedimientos y medidas de control del MAPRO**

Procedimiento	Código	Medida de seguimiento-medición	Técnica
Determinación del tamaño del lote.	1.1.	No aplica.	
Determinación y descripción de la muestra	1.2.	Cuantitativa	MIL STD 105E
Relleno del registro RE-SIG-CA-T4F1	1.3.	No aplica	
Determinación de parámetros cuantitativos para trozas clase 1	1.4.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Determinación de parámetros cuantitativos a partir de plantilla Excel RE-SIG-CA-T4F3	1.5.		
Determinación de parámetros cualitativos para trozas de clase 1	1.6.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos

Continuación de la tabla IV.

<b>Procedimiento</b>	<b>Código</b>	<b>Medida de seguimiento-medición</b>	<b>Técnica</b>
Identificación y registro de cada troza de clase 1	1.7.	No aplica	
Relleno del registro RE-SIC-CA-T4F2 para trozas de clase 1	1.8.		
Determinación de parámetros cuantitativos para trozas de clase 2	1.9.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Determinación de parámetros cuantitativos a partir de plantilla Excel RE-SIG-CA-T4F3	1.10.		
Determinación de parámetros cualitativos para trozas de clase 2	1.11.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Identificación y registro de trozas de clase 2	1.12.	No aplica	
Relleno de registro RE-SIG-CA-T4F2	1.13.		
Delimitación y realización de cortes radiales	2.1.	No aplica	
Identificación y registro de nuevas trozas	2.2.		
Relleno de formato de registro RE-SIG-CA-T4F4	2.3.		
Recolección, empaque y codificación de serrín	2.4.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Trasporte y orden de trozas clase 1	2.5.	No aplica	
Aserrado de trozas	2.6.	Cuantitativa	Cartas de control
Manejo de mermas	2.7.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos

Continuación de la tabla IV.

<b>Procedimiento</b>	<b>Código</b>	<b>Medida de seguimiento-medición</b>	<b>Técnica</b>
Despuntado de tablas	3.1.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Cepillado de tablas	3.2.	Cuantitativa	Cartas de control
Canteado de tablas	3.3.	Cuantitativa	Cartas de control
Clasificación de tablas	3.4.	Cuantitativa	MIL STD 105E
Almacenaje de tablas	3.5.	No aplica	
Manejo de desperdicios	3.6.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos
Almacenaje de serrín	4.1.	No aplica	
Almacenaje de carbón vegetal empacado	4.2.	No aplica	
Dimensionado y carbonización de lepas	4.3.	Cuantitativo	Muestreo de aceptación
Almacenaje de alquitrán	4.4.	Cualitativa	Lista de verificación
Empacado de carbón vegetal	4.5.	Cuantitativa	Índice de capacidad de procesos

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.8.3. Medición académica de procesos**

Los procesos que comprenden dentro del alcance del MAPRO forestal son de carácter productivo pero el fondo dentro de la subárea forestal lleva un propósito académico.

La medición académica de los procesos comprende de una parte teórica, que busca identificar el grado de conocimiento del evaluado y su relación con

los cursos que se le imparten y una parte práctica que mida el nivel de desarrollo de las competencias y destrezas que requiere el proceso.

Para llevar a cabo la medición teórica académica de procesos se necesita establecer un examen escrito u oral que contenga las siguientes partes.

- a) Conceptos. Esta sección está enfocada a identificar el nivel de aprendizaje que tiene el alumno sobre el proceso evaluado. Se puede utilizar cualquier técnica de evaluación como selección múltiple, pregunta directa, subrayada, falsa o verdadera, etc. Esta sección corresponde al 10 % de la nota de evaluación teórica.
- b) Cálculos numéricos. Esta sección contempla cualquier cálculo numérico de carácter de control como de procedimiento de medición. Esta sección corresponde al 40 % de la nota de evaluación teórica.
- c) Casos. Esta sección contempla la aplicación real de una situación particular donde el evaluado deberá de utilizar su criterio para resolverlo. Esta sección corresponde al 50 % de la nota de evaluación teórica.

La medición del desempeño práctico del proceso productivo, se mide utilizando los siguientes incisos.

- a) Ubicación del cargo que ocupa el evaluado
  - Unidad organizativa
  - Área
  - Sección
  - Unidad operativa

b) Datos personales del evaluado

- Apellido y nombre
- Legajo de evaluación. Conjunto de registros personales del evaluado
- Período de evaluación. Fecha de inicio y finalización del período de medición del desempeño (mes/año; mes/año)
- Fecha de ingreso. Fecha en que ingresó a la institución.
- Cargo actual. Puesto que ocupa el evaluado
- Jefe directo. Escribir el nombre, apellido y el cargo ocupado
- Encargado de llevar la evaluación. Escribir el nombre, apellido y el cargo ocupado

c) Parámetros de evaluación

- Listado de objetivos medibles: objetivos específicos del puesto que se deben alcanzar al finalizar la evaluación. Medidas de control y objetivos de desarrollo individual.

d) Función principal / tareas principales. Debe escribir globalmente las funciones o tareas más importantes que realiza el puesto.

e) Aclaraciones. En este apartado escribir las aclaraciones que se consideren pertinentes. Se puede incluir los medios de los que se proveerá al empleado para facilitar el alcance de los objetivos.

f) Evaluación. La evaluación se realizará sobre la base del análisis del cumplimiento de los objetivos o estándares establecidos, del alcance de los factores críticos del puesto y del grado de asimilación que el evaluado ha hecho de los valores corporativos.

En este apartado se indica todos los factores objetivos de evaluación. Cada uno se divide en cinco grados de intensidad.

La evaluación se lleva a cabo con la ayuda de entrevistas de retroalimentación con el empleado, puede graduar las competencias demostradas, o con la ayuda de mediciones auxiliares como exámenes orales o prácticos, listado de conductas reales positivas y negativas demostradas por el evaluado durante su desempeño.

Durante la evaluación se debe de tomar en cuenta los siguientes criterios.

a) Empeño manifestado en el alcance y logro de los objetivos establecidos.

- Esfuerzo demostrado en el alcance de objetivos
- Logro de los objetivos establecidos

b) Competencias a evaluar

- Desempeño de la función específica.

#### Fase 1. Rendimiento

- Predisposición al trabajo
- Organización del trabajo
- Actitud proactiva
- Flexibilidad
- Perseverancia y resistencia a tensiones
- Criterio

- Ejecutividad
- Disciplina
- Conocimiento de habilidades relacionadas al puesto

#### Fase 2. Eficiencia, eficacia y productividad

- Calidad
- Cantidad
- Oportunidad

#### Fase 3. Comportamiento social

- Urbanidad
- Valores éticos, actitudinales y de cultura de la institución
- Relaciones interpersonales
- Cooperación y predisposición al trabajo en equipo
- Desempeño en equipo de trabajo (evaluación grupal)
- Comportamiento frente a superiores

#### Fase 4. Conducción de personal

- Planificación y organización
- Delegación
- Supervisión y control
- Instrucciones y motivación
- Evaluación y promoción

## Fase 5. Resolución de conflictos

- Visión sistemática
  - Capacidad analítica
  - Capacidad de aprendizaje
  - Competitividad
  - Curiosidad, creatividad e innovación
  - Cualidad de líder
  - Capacidad de desempeño en otras funciones
- c) Evaluación de desempeño. Hoja resumen de evaluación. En este apartado escribir la constancia, de la evaluación del desempeño final del evaluado. Se debe calcular el resultado de la evaluación (valoración del desempeño) promediando el puntaje con los factores evaluados.
- d) Evaluación de desempeño observaciones generales. Fortalezas y debilidades del evaluado y recomendaciones especiales, específicas y los aspectos a mejorar como el período en que se desarrollan.

Es recomendable desarrollar la evaluación del desempeño conjuntamente con el evaluado bajo un formato de objetividad y dejando a un lado las críticas y los prejuicios.

De acuerdo a los incisos descritos en la sección anterior, se debe generar un formato de registro que haga más fácil la recopilación de la información.



## **2.2.9. Mejora continua**

Para llevar una mejora continua dentro de la subárea forestal se desarrolló un modelo de gestión, donde se establece un procedimiento y una planificación sugerida.

## **2.2.10. Mantenimiento**

La subárea forestal tiene a su disposición una gran gama de maquinarias y equipos, las cuales deben recibir un mantenimiento preventivo que optimice su rendimiento y alargue su vida útil. A continuación se presenta la planeación estratégica sugerida para efectuar el mantenimiento en el área.

### **2.2.10.1. Planeación estratégica**

La planeación estratégica de mantenimiento se enfoca a la gestión del mismo dentro de la subárea forestal y bajo el alcance establecido en el documento del MAPRO forestal. La política de mantenimiento es: "Nos comprometemos a gestionar un sistema de mantenimiento que prevenga y corrija las averías, que cuantifique y que evalúe periódicamente el estado de las instalaciones a tiempo para evitar incurrir en costos correctivos.

Los objetivos de mantenimiento que persigue la subárea forestal a través del MAPRO forestal son.

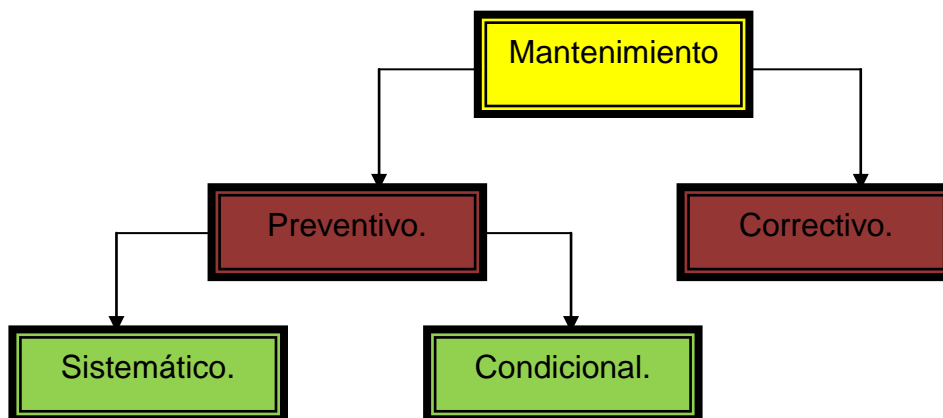
- a) Asistencia de la subárea forestal para el mantenimiento de las instalaciones nuevas como existentes.
- b) Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.

- c) Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- d) Reducir el costo al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesaria”.

### 2.2.10.2. Tipos y niveles del mantenimiento

Los distintos tipos de mantenimiento que la subárea debe poner en marcha quedan resumidos en la siguiente figura.

Figura 8. Niveles de mantenimiento



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

A partir de la figura anterior la subárea establece que el mantenimiento puede tomar dos vías, el primero es el correctivo, el cual se utiliza cuando una máquina falla sin aparente razón.

La segunda vía que puede tomar el mantenimiento es el preventivo, dentro de esta acción, se busca prevenir las averías que pueden surgir por una falta de mantenimiento o por fallas no vistas.

La acción estratégica busca resolver el inconveniente a través de una estrategia sistemática que restrinja y defina procedimientos y alcances del mantenimiento, o bien, por la estrategia condicional que está diseñada para predecir antes que ocurra una falla y así evitar la falla.

La subárea forestal debe de identificar el tipo de mantenimiento que es más conveniente de aplicar, para ello se puede seguir el siguiente diagrama de decisión desarrollado en la figura 11.

En este diagrama se desarrolla en dos vías a partir de la falla de un equipo o simplemente un mantenimiento preventivo. Si el equipo falla, lo primero que hay que determinar es la reparación. Para el caso de reparación se arregla. Por otro lado si no tiene solución, se hacen modificaciones de mejora o correctivos.

### **2.2.10.3. Gestión de mantenimiento**

La gestión de mantenimiento que queda dentro del alcance del MAPRO forestal, desarrolla una gestión que incluya una clasificación e inventario de los equipos presentes, así como su correspondiente *dossier*.

Además involucra la gestión de *stocks* y de personal para asegurar los objetivos del mantenimiento de equipos.

### **2.2.10.4. Control de procedimientos**

Para llevar a cabo el control de procedimientos se generaron diferentes ratios de medición, los cuales se describen a continuación.

- a) Ratio de mantenimiento: este indicador es utilizado para medir la relación entre dos variables de dimensiones cuantificables de distinta naturaleza.

El ratio se calcula con ayuda de la siguiente ecuación.

$$R_{\text{man}} = \text{GM} / \text{Pr.}$$

Donde

$R_{\text{man}}$  = ratio de mantenimiento

GM = gastos de mantenimiento

Pr = producción realizada

El valor obtenido permite comparar la relación entre dos períodos distintos o comparar ratios de distintas instituciones o áreas de trabajo (*benchmarking*).

### **2.3. Modelo de gestión de mejora continua en el área del aserradero**

El modelo de gestión de mejora continua se desarrolló con el propósito de crear y mantener una cultura organizacional dentro de la subárea forestal. A continuación se desarrolla a profundidad la metodología recomendada para implementar el sistema.

#### **2.3.1. Fases de mejoramiento de la calidad**

Para llevar a cabo un sistema de mejora continua se debe cumplir con cada una de las siguientes fases:

- Fase 1. Compromiso de la dirección y organización del proceso
- Fase 2. Investigación con clientes y usuarios
- Fase 3. Medición del desempeño de los procesos
- Fase 4. Determinación de proyectos de mejora
- Fase 5. Concientización del personal respecto a la calidad
- Fase 6. Capacitación para la calidad
- Fase 7. Seguimiento y certificación de mejoras
- Fase 8. Reconocimiento de los logros
- Fase 9. Inicio de un nuevo ciclo

a) Fase 1. Compromiso de la dirección y organización del proceso

Para llevar a cabo esta fase la alta dirección de la subárea forestal debe cumplir con lo que dice que hará y no menos. El compromiso de la alta dirección debe estar reflejado en el tiempo y recursos que dedique a la calidad total del proceso que involucren servicios y productos. También se debe reflejar en el tiempo que debe dedicar para resolver problemas, escuchar a su personal y tomar en cuenta las peticiones del cliente.

Objetivo: manifestar explícitamente la prioridad que da la calidad y la voluntad que se tiene que propiciar en todas las áreas comprometiéndose de lleno con el marco de mejora continua.

De ser necesario, la alta gerencia debe asegurar la implementación del proceso de mejora continua.

Método: esta fase requiere de un gran esfuerzo por parte del personal del área, porque por ser la primera dejara las bases para la organización del programa de mejora continua.

- PASO 1. Presentar el proceso de mejora continua

En este paso se debe presentar el proceso de mejora continua al primer nivel de organización con el fin que se decidan sobre las necesidades y oportunidades de implementar el programa en las distintas áreas de trabajo.

Método: dar a conocer los conceptos fundamentales de la administración de la calidad. En segundo lugar, determinar los motivos y urgencias de un proceso de mejoramiento continuo. Después determinar los procesos y beneficios de la implementación de la mejora continua. Y por último, dar los pasos iniciales para empezar con los proceso de implementación.

- PASO 2. Seminarios de administración estratégica de la calidad con la junta directiva

El objetivo de este paso es entender el por que de la importancia de la calidad total en el plan estratégico de la subárea forestal comprendiendo los principios de la administración de la calidad e identificando las fases de las acciones necesarias para aplicar el proceso de mejora continua dentro de la subárea forestal.

- PASO 3. Construir el comité de la calidad total

Objetivos: el comité debe fomentar y controlar todas las actividades de las áreas de carpintería, el aserradero, viveros, plantaciones forestales y actividades académicas que están bajo la responsabilidad de la subárea forestal.

Los esfuerzos del comité deben dirigirse a desarrollar estrategias para implementar la mejora continua, establecer las metas y objetivos de la mejora continua y organizar la implementación de los procesos y su correspondiente evaluación y reconocimiento de logros.

Integración: el comité debe estar compuesto por integrantes de la alta dirección de la subárea forestal, además debe ser asesorado por un experto en el tema y todo aquel personal que aporten en forma directa en el comité.

Funciones: el comité adquiere el compromiso de velar por las siguientes funciones.

- Formular y difundir la política de calidad a todo el personal.
- Determinar el plan de implementación de mejoras.
- Impulsar el conocimiento periódico de las necesidades de los clientes y su nivel de satisfacción.
- Promover que el personal se involucre y comprometa con el proceso de mejora continua.
- Mantener una base de datos que permita medir el desempeño de los procesos de trabajo.
- Estimular el trabajo de los equipos de calidad.
- Evaluar las mejoras y resultados obtenidos.
- Implantar las acciones necesarias para construir la cultura de calidad en toda la organización.
- Determinar el personal y los equipos que requieren realizar proyectos de mejora continua.
- Facilitar al personal la capacitación necesaria para que domine su puesto, comprenda y maneje los métodos y técnicas propias del proceso de calidad.

- Otorgar reconocimiento a los logros obtenidos.
- Difundir los logros alcanzados.
- Señalar los aspectos a superar en la implementación del siguiente ciclo.
- Verificar que se lleve un registro ordenado de la información.
- Reiniciar un nuevo ciclo del proceso de mejoramiento de la calidad.

b) FASE 2. Investigación con clientes y usuarios

Para llevar a cabo esta fase, la alta dirección de la subárea forestal debe establecer cuáles son los requerimientos de sus clientes y de acuerdo a la misión de la ENCA el principal cliente son sus estudiantes, por lo que a ellos se debe dirigir su compromiso, esfuerzo y dedicación.

En segundo plano debe de tomar en cuenta los requerimientos del centro de acopio como de los usuarios internos.

Objetivo: investigar los requerimientos de los clientes y usuarios internos de la subárea forestal con el fin de conocer las expectativas y el nivel de satisfacción de sus productos y servicios.

Método: para determinar las dimensiones y atributos de calidad de los servicios que van a ser evaluados por los clientes y los usuarios internos de la subárea, forestal deben tomar en cuenta las siguientes dimensiones de un servicio de calidad.

- Confiabilidad
- Nivel de respuesta
- Competencia



- Comprensión
- Comunicación
- Aspectos tangibles
- Cortesía
- Acceso

c) FASE 3. Medición del desempeño de los procesos

Los procesos llevados a cabo dentro de las áreas de trabajo de la subárea forestal son dedicados en su mayoría a actividades académicas con enfoques de industrialización, por lo que se deben realizar procedimientos bajo supuestos modelos de cómo se deben elaborar cada una de las actividades y esta fase debe de dedicar a medir estos modelos.

Objetivos: la fase debe dirigir sus esfuerzos a la medición y control de los procesos productivos del área así como los índices de desempeño que conllevan.

d) FASE 4. Determinación de proyectos de mejora

La subárea forestal debe mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de mejora continua mediante la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por parte de la dirección.

Cada vez que se identifiquen oportunidades de mejora que sean justificables, es necesario decidir cómo van a ponerse en práctica, sobre la base de los recursos disponibles. Cuando se identifiquen oportunidades simultaneas, se podría establecer una prioridad para su implementación.

Objetivos: determinar los proyectos de mejoramiento que se han de realizar para mejorar la calidad de los procedimientos operativos.

Asignar el personal especializado y los equipos de calidad que llevarán a cabo los proyectos asignados.

Procedimiento: es responsabilidad del comité de calidad determinar los proyectos a los que se encaminarán los esfuerzos del proceso de mejoramiento continuo. Para llevar a cabo el proyecto el comité necesitará tener información sobre la investigación del cliente y la medición del desempeño de los procesos que están contempladas en las fases anteriores.

Con la información recopilada el comité podrá evaluar y determinar que proyectos de mejora en los procedimientos operativos se deben llevar a cabo a fin de ofrecer mejoras, con eficiencia y calidad, que además cumplan los estándares y parámetros establecidos por la organización.

Por cada proyecto que se realice es necesario especificar las razones que llevaron a determinarlo como parte del mejoramiento. Se debe establecer un resumen de los datos obtenidos en la investigación del mejoramiento de los procesos y la medición de los datos.

Es importante que el comité de calidad señale el o los objetivos que se deben buscar con la implementación del proyecto de mejora.

e) FASE 5. Concientización del personal respecto a la calidad

Es necesario involucrar al personal para que se comprometa con esta política, participe en actividades de mejoramiento de los servicios académicos y productivos, además que siempre esté en búsqueda de la excelencia personal y profesional. También es importante explicarle la importancia de la calidad y las consideraciones de la real dimensión estratégica que tiene para la empresa, alcanzar los más altos niveles de calidad y productividad.

Objetivos: hacer comprender al personal la necesidad que tiene la organización de conseguir altos niveles en todo lo que realiza la empresa.

Lograr que el personal se comprometa a realizar con calidad todas sus labores.

Procedimiento: para involucrar al personal en el proceso de mejora continua se debe llevar a cabo una metodología que se guíe por los objetivos de esta fase mediante reuniones periódicas precedidas por el comité de calidad. Las reuniones contienen:

- Bienvenida por parte de la alta gerencia.
- Explicación del objetivo y tema de la reunión.
- La calidad como una prioridad.
- Compromiso de la dirección por conseguir la calidad en todo lo que se hace en la empresa.
- La calidad se logra solo con el compromiso de todos.
- La política de calidad.
- Procesos de mejoramiento de la calidad.

- Esquema de como se irá dando la participación de todos en el proceso de mejoramiento de la calidad.
- Los beneficios que se obtendrán con este esfuerzo de la calidad.
- Exhortación de la dirección para estimular el compromiso de todos por la calidad.
- Entrega de una copia de la política de calidad al personal.
- Cierre de la reunión.

f) FASE 6. Capacitación para la calidad

El personal deber ser capaz de instalar con éxito en las empresas el sistema de gestión de mejora continua que profundice sus conocimientos.

Todo personal cuyo desempeño se vincula directa o indirectamente a la calidad, debe poseer conocimientos sólidos y actualizados que garanticen su eficiencia, de forma tal que cada uno, desde su lugar, se transforme en promotor de la calidad, aportando de ese modo a la mejora de la competitividad en la elaboración de los productos requeridos.

Objetivo: motivar y desarrollar en el personal los conocimientos, habilidades y actitudes que son necesarias para la realización del trabajo y lo realicen con un enfoque de calidad.

Para afianzar el liderazgo para la administración de la calidad del comité debe asegurar los conceptos de papel estratégico, los principios de la administración de la calidad, identificar las acciones y etapas necesarias para aplicar el proceso de mejoramiento de la calidad en las organizaciones. Además debe de reflexionar sobre las habilidades que deben de mostrar como líderes que impulsan la mejora continua.

g) FASE 7. Seguimiento y certificación de mejoras

Esta fase tiene como propósito llevar un orden de seguimiento de cada fase implementada en el programa y verificar que todo el proceso marche de la mejor manera, como se planeó y llevar una certificación adecuada de todas las mejoras implantadas. Del mismo modo esta fase, establece mecanismos de monitoreo y evaluación de la implementación del programa de mejora continua de la calidad, para determinar el grado de avance de las etapas de implementación, direccionar los esfuerzos y conocer el impacto de usuarios y prestatarios de los servicios.

Objetivos: asegurar que se proceda un seguimiento preciso a todas las etapas y actividades del proceso de mejoramiento de la calidad.  
Evaluar los logros obtenidos con los esfuerzos por la calidad.  
Dejar registros de las actividades y resultados obtenidos con el proceso de mejoramiento continuo.

Procedimiento: para dar seguimiento a la implementación que garantice el proceso de mejoramiento de la calidad implementado en toda la subárea forestal, de acuerdo al plan original se debe de asignar en primer lugar, como responsable al comité de calidad y este debe llevar el seguimiento de todas las etapas y actividades del proceso de mejora continua.

Además, el comité debe presentar un reporte de los procesos de los avances de las actividades en las etapas que se vayan cubriendo del proceso de mejoramiento de la calidad, para este caso cada cuatrimestre, las cuales estarán detalladas con fechas y responsables en el plan de implementación del proceso.

Con base en el reporte, la alta dirección medirá la eficiencia, el avance obtenido y la satisfacción del proyecto. Si es necesario se deben tomar decisiones o recomendaciones pertinentes para asegurar el cumplimiento del plan del proceso.

#### h) FASE 8. Reconocimiento de los logros

El reconocimiento debe ser la primera fuente de satisfacción profesional, especialmente para la persona que vive dicho logro. Por ello debe asignar correctamente objetivos profesionales, de forma transparente y lo más acertado posible, ha de ser la primera prioridad en el desarrollo de la organización y de cualquier persona responsable de evaluar el desempeño en cualquier equipo.

Objetivo: manifestar el aprecio que tiene la organización por las personas que han contribuido con sus acciones a mejorar la calidad.

Procedimiento: en esta fase se debe establecer como escoger la mejor forma de reconocer los logros del personal para ello se puede hacer de forma individual, a un equipo o a nivel organizacional y se puede hacer de dos formas, mediante el reconocimiento informal o el formal.

- Reconocimiento informal. Un sistema que, de una forma simple, inmediata y con un bajo costo refuerza el comportamiento de los empleados. Se puede poner en práctica por cualquier directivo, con un mínimo de planificación y esfuerzo y puede, por ejemplo, consistir en una tarjeta de agradecimiento, un correo electrónico, una palmadita en la espalda o un agradecimiento público inesperado.

- Reconocimiento formal. Es un reconocimiento formal que va acompañado de un diploma, premio, placa etc. Para así vincular la memoria del logro y hacer que impulse a sus empleados a contar la historia.
- Responsabilidad. La alta dirección es el responsable de determinar el tipo de reconocimientos que serán otorgados.

i) FASE 9. Inicio de un nuevo ciclo

En esta fase se presentan todos los detalles del proceso y se dan a conocer los aspectos positivos en beneficio, que surgieron a lo largo del proceso y es evidente que todos los involucrados manejen el proceso de la calidad total y saben como afinar objetivos para el nuevo ciclo, ya que todo el personal maneja el mismo lenguaje y conciencia de la importancia de la mejora continua.

Objetivos: evaluar la forma como fue implementado el proceso. Determinar las acciones necesarias para iniciar un nuevo ciclo.

Procedimiento: para medir la forma de como se implementó el proceso de mejora continua, se deben evaluar los aciertos y limitaciones tenidos durante la implementación. Para ello, se responsabiliza al comité de calidad, el cual debe de seguir la siguiente metodología.

- El comité determina los aspectos a evaluar y decide cuáles son los aspectos por parte de todo el personal de la organización y cuáles por parte de los miembros del propio comité de calidad.

- Se deben preparar los instrumentos con los que se realizarán las evaluaciones, estos pueden ser: encuestas, trabajos en grupos y entrevistas.
- Se realizarán actividades planeadas para levantar la información aplicando cada uno de los instrumentos de evaluación.
- Se consolidan los datos obtenidos y se prepara un informe con los datos de la evaluación.
- Es necesario que el comité de calidad realice una sesión especial, para analizar la información obtenida con la evaluación del proceso de mejoramiento de la calidad; en dicha sesión se deberá determinar los logros obtenidos y los aspectos que se deben mejorar.
- Los resultados obtenidos de esta evaluación deben registrarse en un documento, para que sirva de puntos a considerar en la implementación del siguiente ciclo del proceso de mejoramiento de la calidad.

### **2.3.2. Tácticas de mejoramiento de la calidad**

Con motivo de presentación de las tácticas; se realiza un listado cronológico en la tabla VII y se codifican cada uno de los procedimientos con ayuda de una nomenclatura alfanumérica.

Por ejemplo; en el caso **F1.P1.E1**. Esto quiere decir **F** es fase, **1** es la fase que compete, **P** es paso; **1** es el paso que corresponde, **E** de estrategia y **1** el número de estrategia. Concluyendo de tal forma que **F1. P1. E1**. Es la



estrategia uno del paso 1 de la fase 1 compromiso de la dirección y organización del proceso.

Tabla V. **Metodología para la implementación de la mejora continua**

Descripción	Como	Cuando	Quién
<b>FASE 1</b>			
<b>F1. P1. E1.</b> Fundamentos de la administración de la calidad	Presentación al personal. Una charla de 20 minutos en el salón de audiovisuales enfocada a la administración de la calidad	Primera semana	Alta dirección
<b>F1. P1. E2.</b> Determinación de los motivos y urgencias del proceso de mejora continua	Actividad grupal con herramientas de diagnóstico como son un FODA, Ishikawa, lista de verificación y diagrama de árbol	Primera semana	Alta dirección
<b>F1. P1. E3.</b> Determinación de los procesos y beneficios de la implementación de la mejora continua	Para verificar si el paso anterior funcionó se recomienda a alta dirección una lista de verificación	Segunda semana	Alta dirección
<b>F1. P1. E4.</b> Inicialización de los procesos de implementación	Proporcionar herramientas como registros, bases de datos y capacitaciones para la implementación de mejora	Segunda semana	Alta dirección

Continuación de la tabla VII.

<b>Descripción</b>	<b>Como</b>	<b>Cuando</b>	<b>Quién</b>
<b>FASE 1</b>			
<b>F1. P2. E1.</b> Importancia de la calidad total en el plan estratégico de la subárea forestal	Campaña de concientización que contemple letreros en las áreas de trabajo que están bajo la subárea forestal	Segunda semana	Alta dirección
<b>F1. P3. E1.</b> Comité de calidad	La alta dirección delegará un comité conformado por un presidente y dos vocales y un asesor	Segunda semana	Alta dirección
<b>FASE 2</b>			
<b>F2. P1. E1.</b> Requerimientos de los clientes y usuarios internos	Elaborará y presentará un cuestionario que recopile información pertinente sobre clientes internos, clientes externos y usuarios internos	Segunda-tercera semana	Comité de calidad
<b>FASE 3</b>			
<b>F3. P1. E1.</b> Implementación de medidas de autocontrol en cada área de trabajo	Implementar un manual de control de los procesos productivos en las áreas	Todo el cuatrimestre	Comité de calidad

Continuación de la tabla VII.

Descripción	Como	Cuando	Quién
<b>FASE 3</b>			
<b>F3. P2. E2.</b> Reuniones periódicas de acciones correctivas y preventivas	Reuniones de cierre de plazo de acciones correctivas y preventivas	Cada 15 días a partir de la creación del comité de calidad	Comité de calidad
<b>FASE 4</b>			
<b>F4. P1. E1.</b> Definición de requisitos de clientes y usuarios	Analizar, concluir y enfocar con base en los resultados obtenidos en <b>F2. P1. E1.</b>	Tercera semana	Comité de calidad
<b>F4. P2. E1.</b> Determinación de proyectos de mejora continúa	Utilizando los resultados arrojados por <b>F4. P1. E1.</b> O alguna no conformidad con la Norma ISO 9001. Se debe presentar proyectos a alta dirección de la subárea forestal	A partir de la cuarta semana	Comité de calidad
<b>F4. P2. E2.</b> Seguimiento de los proyectos	A partir de los proyectos autorizados por alta dirección elaborados en <b>F4. P1. E1.</b>  Se debe llevar un registro y control de proyectos	A partir de la cuarta semana	Comité de calidad

Continuación de la tabla VII.

Descripción	Como	Cuando	Quién
<b>FASE 5</b>			
<b>F5. P1. E1.</b> Reuniones de concientización	Reuniones sobre casos concretos y reales	Tercera y novena semana	Comité de calidad
Descripción	Como	Cuando	Quien
<b>F5. P1. E2.</b> Programa cuatrimestral “hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos.”	Revisar guías	Las 48 semanas del año	Comité de calidad
<b>F5. P2. E1.</b> Clases de redacción	El personal operativo y estudiantil recibirá clases de redacción con el fin de facilitar la expresión oral	Cada dos semanas. No más de 20 minutos	Comité de calidad
<b>FASE 6</b>			
<b>F6. P1. E1.</b> <i>Benchmarking.</i>	Visitas técnicas al clúster forestal de la República de Guatemala  Revisar <b>registros</b>	Por lo menos dos por cuatrimestre	Comité de calidad
<b>F6. P2. E2.</b> Charlas de proveedores	Charlas de uso eficiente de equipos y herramientas por parte de proveedores	Por lo menos uno por cuatrimestre	Comité de calidad
<b>FASE 7</b>			
<b>F7. P1. E1.</b> Seguimiento de los autocontroles	Controlar y dirigir <b>F3. P1. E1.</b>	Todo el cuatrimestre	Comité de calidad

Continuación de la tabla VII.

Descripción	Como	Cuando	Quien
<b>FASE 7</b>			
<b>F7. P1. E2.</b> Reportes de avance	Reporte del avance de las actividades en las etapas que cubra el modelo, detallado, con fechas y responsables de su implementación	Cada 8 semanas	Comité de calidad
<b>F7. P1. E3.</b> Análisis de resultados	Medir la eficiencia, el porcentaje de avance obtenido y satisfacción del cliente por el proyecto	Cada 8 semanas	Alta dirección
<b>F7. P2. E1.</b> Consejos de mejoramiento continuo	Publicación de listas de consejos	Todo el cuatrimestre	Comité de calidad
<b>F7. P3. E1.</b> Auditoria interna	Revisar <b>guías</b>	Todo el cuatrimestre	Personal del área
<b>FASE 8</b>			
<b>F8. P1. E1.</b> Reconocimiento informal	Tarjetas de reconocimiento, correos electrónicos, en privado	Todo el cuatrimestre	Alta dirección
<b>F8. P1. E2.</b> Reconocimiento formal	Reconocimiento acompañado de diplomas, premio o placa	Todo el cuatrimestre	Alta dirección

Continuación de la tabla VII.

Descripción	Como	Cuando	Quien
<b>FASE 8</b>			
<b>F8. P2. E1.</b> Tablero de reconocimiento	Espacio físico visible donde se publique el empleado del mes, actividades sobresalientes, publicación de resultados	Actualizar cada 4 semanas	Alta dirección
<b>FASE 9</b>			
<b>F9. P1. E2.</b> Reporte del proceso de mejora continúa	Se presenta los detalles y se dan a conocer los pros y contras involucrados en el proceso de calidad total  Se redefinen los objetivos para el nuevo ciclo	Semana 16	Comité de calidad

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4. Manual de seguridad y salud en el trabajo en el área del aserradero**

En el momento en que se decidió elaborar el manual de seguridad y salud en el trabajo se llegó a la determinación de utilizar como base cinco puntos de la Norma OHSAS 18001 las cuales a su vez se ambientan para la Norma ISO

9001:2008. Los puntos utilizados y ambientados para ambas normas se encuentran descritos en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Puntos de OHSAS 18001 equivalentes con ISO 9001:2008**

<b>OHSAS 18001:2007</b>		<b>ISO 9001:2000</b>	
4.3.1	Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles	5.2	enfoque al cliente
		7.2.1	determinación de los requisitos relacionados con el producto
		7.2.2	revisión de los requisitos relacionados con el producto
4.4.4	documentación	4.2.1	(requisitos de la documentación) Generalidades
4.5.1	Seguimiento y medición del desempeño	7,6	control de los dispositivos de seguimiento y de medición (medición, análisis y mejora)
		8,1	Generalidades
		8.2.3	seguimiento y medición de los procesos
		8.2.4	seguimiento y medición del producto
		8,4	análisis de datos
4.5.4	Control de los riesgos	4.2.4	control de los riesgos

Fuente: elaboración propia.

### **2.4.1. Identificación de peligros**

La identificación de peligros y su respectiva tabulación se llevó a cabo con la ayuda del formato de registros EV-SGSEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO-CA-AF. A continuación se presenta un ejemplo del registro.

Figura 14. Formato de registro EV-SGSST-CA-AF

No	Peligro (tabla 23.1)	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo (tabla 23.2)	Acción y temporización (tabla 23.3)	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos quedan establecidos en la siguiente tabla.

Tabla VII. Identificación de peligros en el aserradero

No	Peligro	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo	Acción y temporización	Observaciones
1.	Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	Tablas provenientes del corte de00 la troza.
2.	Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	Al retroceder el aserradero muy rápido
3.	Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	Al manipular la troza con las manos
4.	Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	Camión	3B	Importante	Al bajar las trozas de los camiones
5.	Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Al mover las trozas
6.	Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	3B	Importante	Al mover las trozas
7.	Actos inseguros	Patio de trozas	Wood Mizer	3C	Intolerable	No colocar el seguro a la troza



Continuación de la tabla VII.

No	Peligro	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo	Acción y temporización	Observaciones
8.	Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood Mizer	3A	Moderado	El ayudante recibe el serrín
9.	Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	Utilización de la fuerza bruta
10.	Inhalación de sustancias cáusticas o corrosivas	Aserradero	Wood Mizer	3A	Moderado	Inhalación de serrín al momento del aserrado
11.	Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	fuga de diésel, contacto u otros, material flamable
12.	Enfermedad por exposición al ruido	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	No utilizan protector, no hay
13.	Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuados	Aserradero	Wood Mizer	3C	Intolerable	No hay instrucciones en caso de emergencia
14.	Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	La tabla aserrada cae o golpea si solo trabaja una persona
15.	Choque contra objetos inmóviles	Aserradero	Wood Mizer	3C	Intolerable	Por desorden, falta de organización y herramienta
16.	Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	Mala colocación de la troza
17.	Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	No hay instrucciones de uso, se utiliza muy
18.	Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	Cortes o golpes por manipulación inadecuada

Continuación de la tabla VII.

No	Peligro	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo	Acción y temporización	Observaciones
19.	Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	Camión	3B	Importante	Por calzado inadecuado, desorden, mal paso, etc.
20.	Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Al manipular de manera incorrecta, cae en los pies
21.	Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	3B	Importante	No hay cincho, manera inadecuada de cargar la troza
22.	Actos inseguros	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Se puede caer una troza de la pila al colocarla mal
23.	Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood Mizer	3A	Moderado	El ayudante recibe el serrín
24.	Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	Método inadecuado para colocar la troza en el aserradero
25.	Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Aserradero	Wood Mizer	3A	Moderado	Inhalación de aserrín al momento del aserrado
26.	Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood Mizer	2C	Importante	fuga de diésel, contacto u otros, material flamable
27.	Enfermedad por exposición al ruido	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	No utilizan protector, no hay instrucciones
28.	Medios de lucho contra el fuego insuficientes o	Aserradero	Wood Mizer	3C	Intolerable	Se robaron el extinguidor, no hay otro medio de lucha

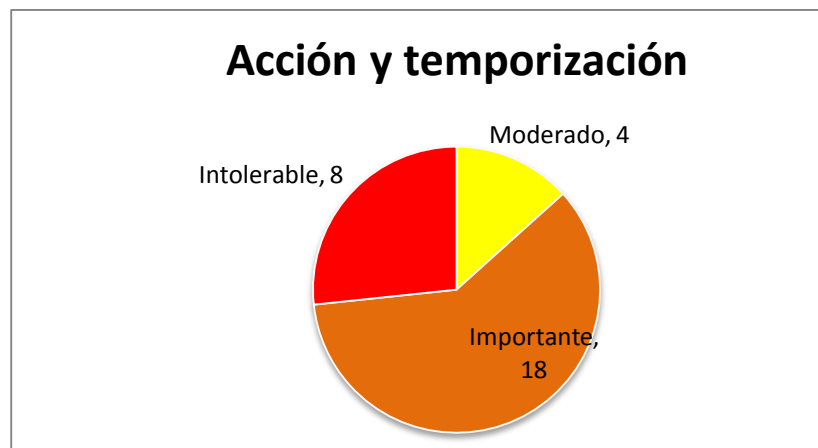
Continuación de la tabla VII.

No	Peligro	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo	Acción y temporización	Observaciones
29.	Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood Mizer	3B	Importante	La tabla aserrada cae o golpea si solo trabaja una persona
30.	Choque contra objetos inmóviles	Aserradero	Wood Mizer	3C	Intolerable	Por desorden, falta de organización y herramienta

Fuente: elaboración propia.

Como lo describe la tabla anterior, al realizar el análisis de riesgos se identifican 30 de ellos, de los cuales 8 son intolerables, 18 son importantes y 4 son moderados.

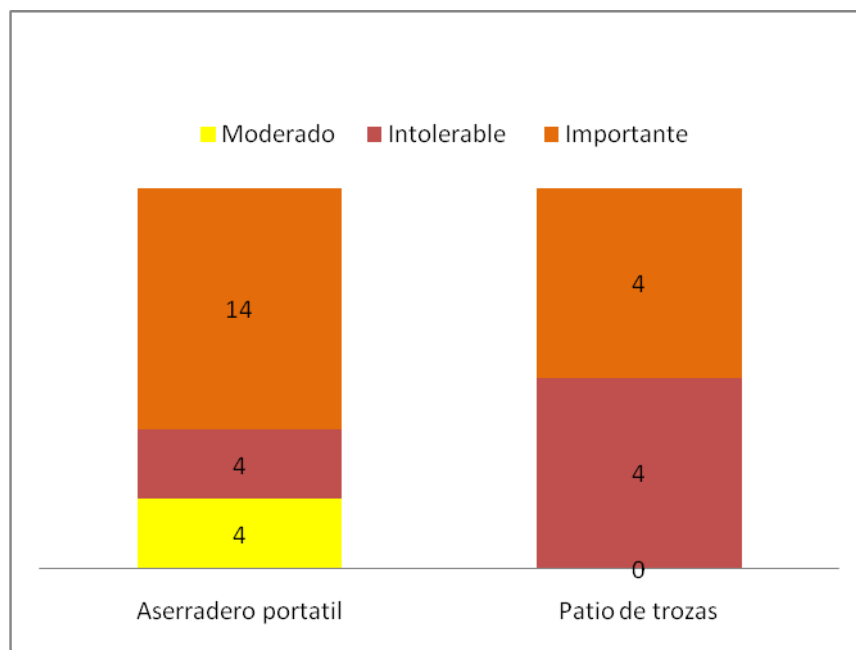
Figura 9. **Identificación de peligros en el aserradero**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010 ®.

La información desarrollada identifica riesgos dentro del área del aserradero que incluye tanto el patio de trozas como el aserradero portátil. Para ejemplificar de mejor manera la relación entre el riesgo y las dos secciones dentro del aserradero se presenta la siguiente tabulación.

Figura 10. **Niveles de riesgo vrs secciones de trabajo en aserradero**








Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010 ®.

Al interpretar el gráfico anterior se infiere en conclusiones muy severas. Para el patio de trozas el 63,63 % de los riesgos son de carácter inmediato, el 18,1 % corresponden para riesgos importantes y el otro 18,1 % son de riesgos moderados.






En el caso del patio de trozas el 50 % de las actividades son de carácter importantes y el otro 50 %, alarmantemente corresponden a actividades con riesgos de carácter intolerable.

A partir de la información hasta ahora descrita, se complementa la identificación de riesgos con ayuda de las siguientes figuras.

Tabla VIII. Peligros en aserradero


<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Caída de objeto por desplome		
Choque contra objetos móviles		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Golpes/cortes con objetos o herramientas		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Caída de personas a distinto nivel		
Caída de objetos por manipulación		
Sobre-esfuerzo		

Continuación de tabla VII.

<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Actos inseguros		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Proyección de fragmentos o partículas		
Inhalación de sustancias causticas o corrosivas		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Sobre-esfuerzo		
Iniciación de un fuego		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Enfermedad por exposición al ruido		



Continuación de la tabla VIII.

Peligro	Fotografía 1	Fotografía 2
Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuados		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Caída de objetos por manipulación		
Caída de objeto por desplome		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Choque contra objetos inmóviles		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Choque contra objetos móviles		
Golpes/ cortes con objetos o herramientas		

Continuación de la tabla VIII.

<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Sobreesfuerzo		
Actos inseguros		
Sobreesfuerzo		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Proyección de fragmentos o partículas		
Inhalación de sustancias causticas o corrosivas		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	<b>Fotografía 2</b>
Iniciación de un fuego		
Enfermedad por exposición al ruido		
<b>Peligro</b>	<b>Fotografía 1</b>	
Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuado		



Continuación de la tabla VIII.

Peligro	Fotografía 1
Caída de objetos por manipulación	
Peligro	Fotografía 1
Choque contra objetos inmóviles	

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.2. Análisis de riesgos

Establecidos los peligros dentro del área del aserradero, se debe elaborar un análisis exhaustivo de su probabilidad de ocurrencia. Para ello se utiliza un método cualitativo de análisis de riesgos; el cual surge a partir de la inspección visual de las condiciones de trabajo y asignándoles valores numéricos de deficiencia, exposición y consecuencia. Al cociente de estos tres índices se le conoce como nivel de riesgo.

Con ayuda del formato de registro EV-SGSEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO-CA-AF se tabuló la cuantificación del nivel de riesgo y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla IX. **Análisis de riesgos en aserradero**

Peligro	Área	Herramienta	ND		NE		NC		NP		NR	NI
			B	1	EF	2	G	25	B	2		
Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EF	2	G	25	B	2	100	3
Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EO	2	L	10	B	2	40	3
Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EF	3	MG	60	A	10	1 800	1
Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	camión	B	1	EE	1	G	25	B	4	100	3
Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	M	2	EO	2	MG	60	B	4	960	1
Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	M	2	EO	2	G	25	M	6	600	1
Actos inseguros	Patio de trozas	Troza	B	1	EE	1	G	25	M	6	150	2
Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EF	3	L	10	A	10	600	1
Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EO	2	G	25	M	6	600	1
Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EF	3	G	25	B	2	150	2

Continuación de la tabla IX.

Peligro	Área	Herramienta	ND		NE		NC		NP		NR	NI
Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EE	1	MG	60	B	2	240	2
Enfermedad por exposición al ruido	Aserradero	Wood Mizer	D	6	EF	3	MG	60	A	10	10 800	1
Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuados	Aserradero	Wood Mizer	MD	10	EO	2	G	25	A	10	5 000	1
Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EO	2	G	25	B	2	200	2
Choque contra objetos inmóviles	Aserradero	Wood Mizer	D	6	EF	3	G	25	A	20	9 000	1
Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EC	4	G	25	M	6	600	1
Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EE	1	L	10	B	2	20	4
Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EO	2	G	25	M	6	600	1
Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	camión	M	2	EE	1	G	25	B	4	200	2
Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	M	2	EE	1	G	25	M	6	300	2
Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	M	2	EE	1	G	25	B	2	100	3

Continuación de la tabla IX.

Peligro	Área	Herramienta	ND		NE		NC		NP		NR	NI
			M	2	EO	2	G	25	B	2		
Actos inseguros	Patio de trozas	Troza	M	2	EO	2	G	25	B	2	200	2
Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood Mizer	B	1	EO	2	G	25	M	6	300	2
Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood Mizer	D	6	EO	2	G	25	B	2	600	1
Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Aserradero	Wood Mizer	D	6	EF	3	G	25	B	2	900	1
Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood Mizer	D	6	EF	3	G	25	M	6	2 700	1
Enfermedad exposición al ruido	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EF	3	MG	60	A	20	7 200	1
Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuados	Aserradero	Wood Mizer	MD	10	EC	4	MG	60	MA	24	57 600	1
Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EO	2	G	25	B	4	400	2
Choque objetos inmóviles	Aserradero	Wood Mizer	M	2	EC	4	G	25	B	4	800	4

Fuente: elaboración propia.

La aparición de colores dentro del cuadro anterior posee un significado de análisis que se establece con ayuda de la siguiente tabla.

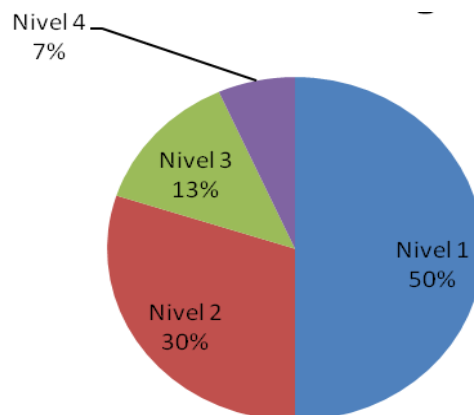
Tabla X. **Código de color para análisis de riesgos en aserradero**

COLOR	NIVEL DE RIESGO	SIGNIFICADO
Rojo	1	Situación crítica. Corrección urgente
Naranja	2	Corregir y adoptar medidas de control
Amarillo	3	Mejorar si es posible, sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
Verde	4	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique

Fuente: elaboración propia.

Para poder interpretar de mejor manera los resultados establecidos en las tablas anteriores, se utiliza como ayuda los siguientes histogramas.

Figura 11. **Análisis porcentual de riesgos en aserradero**

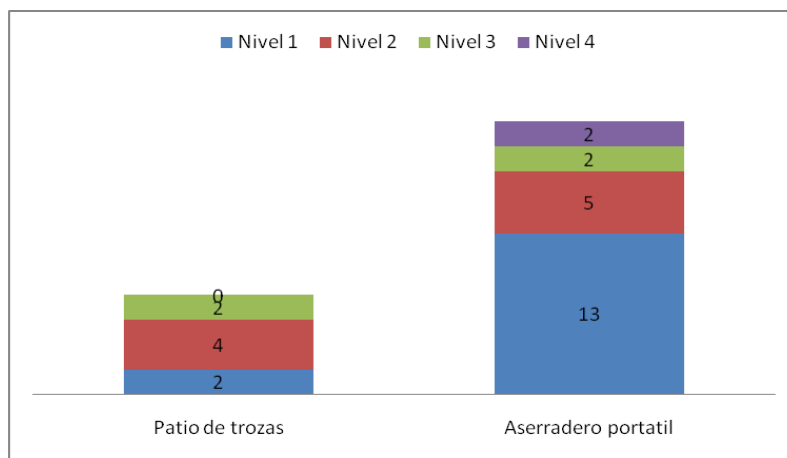


Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010 ®.

El resultado obtenido demuestra que el 50 % de las actividades realizadas en el aserradero necesitan de correcciones urgentes. Además, otro 30 % son actividades de nivel 2 de riesgo, lo que se traduce como actividades de corrección y adopción de medidas de control. El 20 % restante de las actividades se mantienen entre actividades que necesitan mejoras pero no son de carácter indispensable.

A partir de la siguiente gráfica de barras se puede identificar las secciones donde se encuentran las actividades de riesgo dentro de aserradero.

Figura 12. **Análisis por sección de riesgos en aserradero**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010 ®.

Como lo presenta el gráfico anterior, dentro del aserradero portátil el 59,09 % de las actividades corresponden a nivel 1 mientras que el restante 22,72 % corresponden al nivel 2. En el patio de trozas se tiene un 25 % de actividades de nivel 1 y 50 % actividades de nivel 2.

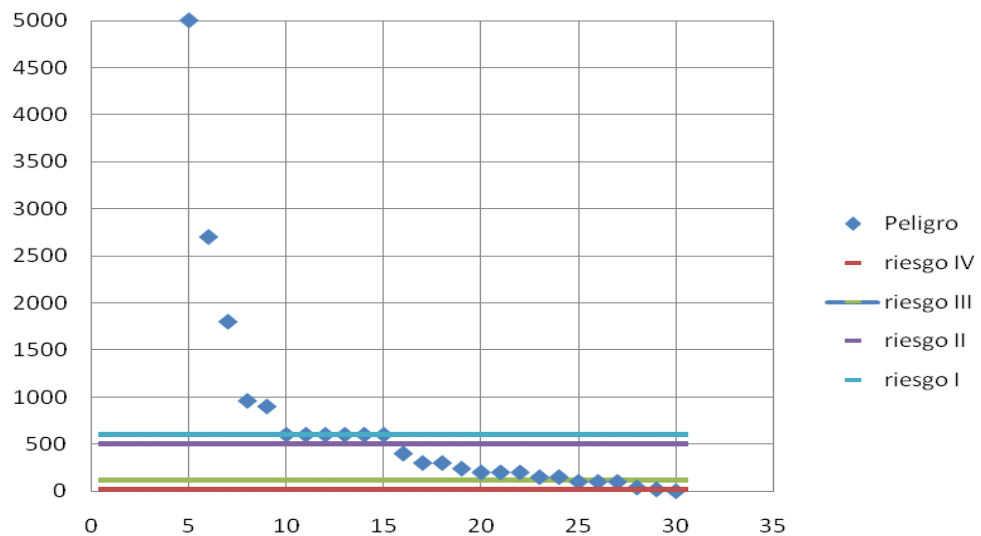
### 2.4.3. Índice de frecuencia y gravedad

El índice de frecuencia y el índice de gravedad son indicadores que permiten establecer la toma de decisión entre mejora inmediata y necesidad de cambios pero no inmediato.

Ambos índices afectan directamente al nivel de riesgo de peligros. A partir de este principio, se hace más fácil identificar actividades de urgencia a través del valor del nivel de riesgo.

Como dentro del aserradero se encontraron 30 peligros que en la sección anterior fueron analizados y procesados, con el fin único de encontrar su nivel de riesgo, se hace relativamente más fácil obtener un índice de riesgo a través de una gráfica de control. El resultado queda de la siguiente forma.

Figura 13. **Gráfico de control para riesgos en aserradero**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010 ®.

El gráfico de control anterior señala claramente la urgencia de realizar mejoras inmediatas dentro del aserradero. El 80 % de los peligros identificados corresponden a nivel II y nivel I.

Las medidas de mitigación quedan establecidas en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Medidas de mitigación para el aserradero**

Riesgo	Propuesta	Indicador	Responsable	Fecha
Medios de lucha contra el fuego insuficientes o inadecuados	Colocar un extintor tipo "ABC" en el área circundante a la bodega, a 1 m del suelo	Colocar el extinguidor en el tiempo planeado	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/06/13
	Capacitar al menos a 2 personas en materia de incendios	Personas capacitadas vigentes	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 10/03/13
	Definir un "encargado para los casos de emergencia" y un suplente	Encargado y suplentes vigentes hasta la fecha	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 10/03/13
	El personal conozca, entienda y practique el procedimiento "31. En caso de emergencia" y gane una evaluación semestral	$\frac{\text{personal que gana}}{\text{personal total}} * 100$	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/06/13



Continuación de la tabla XI.

<b>Riesgo</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Indicador</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha</b>
Enfermedad por exposición al ruido	Colocar señalización de protección auditiva en el aserradero	Señalización implementada	Encargado de producción forestal	2/13 al 6/13
	Proporcionar cascos con protección auditiva a toda persona que trabaje en el aserradero o en un radio de 10 m.	Indumentaria registrada	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 25/05/13
Choque contra objetos inmóviles	Colocar instructivos de uso a la vista del colaborador	(No. Manuales de maquinaria/total de maquinaria)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 25/03/13
	Demarcar el área de trabajo de la máquina	(área demarcada /área total)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 25/05/13
Iniciación de un fuego	Dar mantenimiento a los tanques que contienen el combustible de la Wood Mizer	(mantenimientos realizados/ mantenimientos planeados)*100	Encargado de producción forestal	2/2013 al 6/2013
	Utilizar un embudo para evitar derrames al momento de recargar el tanque con gasolina	Herramienta implementada	Encargado de producción forestal	2/2013 al 10/2013

Continuación de la tabla XI.

<b>Riesgo</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Indicador</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha</b>
Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Colocar instructivo a la vista	(manuales implementados/total de máquinas)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/05/13
Caída de objetos por manipulación	Colocar instructivo a la vista	(manuales implementados/total de máquinas)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/05/13
Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Extractor de serrín, viruta para la Wood Mizer y proveer de mascarilla y lentes a las personas	Máquinas con extractor respecto a total de máquinas	Encargado de producción forestal	2/13 al 6/13
Sobre esfuerzo	Proveer de cinchos para carga	Registro de indumentaria	Encargado de producción forestal	02/13 al 04/13
Caídas por manipulación	Colocar instructivo a la vista	(manuales implementados/total de máquinas)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/05/13
Caída de objetos a distinto nivel	Uso obligatorio de zapatos industriales	(manuales implementados/total de máquinas)*100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/05/13
Actos inseguros	Colocar 2 parales de contención en apilado de trozas, leña y trocillas	(sección con parales/ secciones totales) * 100	Encargado de producción forestal	20/2/13 al 20/06/13

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.4. Equipo de protección individual

El equipo de protección individual es una medida preventiva que permite necesariamente mitigar el nivel de riesgo de peligros identificados. Acompañada de un sistema de seguridad y salud en el trabajo; pueden conjuntamente demostrar una disminución considerable del nivel de riesgo para los peligros cotidianos.

El equipo descrito en la siguiente tabla es el resultado de la identificación de peligros hecha en el área de aserradero.

Tabla XII. **Equipo de protección individual en el área del aserradero**

<b>Equipo de protección individual</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Área</b>
	Lentes de Seguridad Dpg82-11 Para Usos industriales	Protección lateral. Conforme a las normas EN 166, 167 y 168. Indicada para trabajos con riesgo de proyecciones sólidas.	Carpintería y aserradero
	Tapones auditivos desechables ultra suaves	Fabricados en material blando poco poroso que asegura una buena flexibilidad y baja presión en el canal auditivo. Atenuación 34 dB (SNR). Disponibles con y sin cordón.	Carpintería y aserradero

Continuación de la tabla XII.

Equipo de protección individual	Nombre	Descripción	Área
	The 3M™ EVM-7	El 3M™ EVM-7 monitor de partículas y calidad del aire en un instrumento compacto. el EVM-7 provee un costo bajo	Carpintería, aserradero, viveros forestales
	Traje carpintero	T/65/35 c o 100 % 240 gsm-320 gsm de algodón en general - fabricado por Chaopeng fábrica multi - funcionales bolsillos para herramientas de carpinteros	Carpintería y aserradero
	Guantes forestales	Guantes de piel de flor. Refuerzo en palma y dorso. Cosido con hilo de kevlar. Especialmente recomendado para usuarios de moto sierra, forestales, servicultores	Aserradero (manejo de trozas)

Continuación de la tabla XII.

Equipo de protección individual	Nombre	Descripción	Área
	Overol forestal	<p>Protecciones de fibra de alta tenacidad que garantiza el bloqueo instantáneo de la cadena de la motosierra. Según Norma EN 381-5 Clase 1:20 m/s</p> <p>Protección sobre la parte delantera de la pierna a 180° + 5 cm. Elástico en la cintura. Tirantes elásticos y ajustables con hebilla de plástico. 1 bolsillo en pecho con cremallera. 2 bolsillos en cintura y 1 trasero</p>	Aserradero y aprov. forestal

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

#### 2.4.5. Programa de salud y seguridad en el trabajo

Para llevar a cabo un programa de salud y seguridad en el trabajo, es necesario desarrollar en primer lugar, un plan estratégico que determine el camino y las metas del mismo programa.

Por lo tanto el plan estratégico de salud y seguridad en el trabajo queda establecido dentro del documento "Reglamento de seguridad y salud en el trabajo"; documento elaborado conjuntamente entre la alta dirección de la subárea forestal y Allan Wilfredo Aguilar López.

Un extracto del plan queda contemplado a continuación.

- a) Alcance del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: el sistema de gestión de seguridad y salud debe abarcar el área de transformación/industrialización de la madera, el aserrío y el aprovechamiento forestal y otras conexas; tanto dentro de las instalaciones físicas, como fuera de ellas; siempre y cuando las actividades realizadas sean concernientes al que hacer académico y productivo de la sub-coordinación forestal. Siendo su prioridad la seguridad y salud de las personas.
- b) Misión: contribuir a la formación académico práctico en materia de seguridad y salud en el trabajo, garantizando el bienestar de los involucrados en las actividades de la coordinación forestal a través de la práctica de un sistema de gestión de la calidad basado en los estándares internacionales de OHSAS 18001 y requerimientos legales del país.
- c) Visión: para el 2014 establecernos como el ente modelo dentro de la ENCA en materia de seguridad y salud en el trabajo, demostrando cuantitativamente los logros alcanzados.

Los objetivos del sistema de gestión de seguridad y salud se describen a continuación.

- Objetivo general del programa de seguridad y salud: formular y ejecutar un proyecto piloto para el área de transformación de la madera en normativa de sistema de calidad ISO 9001 integrando la seguridad y salud en el trabajo a través de la Norma OHSAS 18001.
  
- Objetivos específicos del programa de seguridad y salud: los objetivos específicos del programa de seguridad y salud en el trabajo son.
  - Disminuir y eliminar los accidentes y enfermedades ocupacionales en al menos un 5 % anualmente, respecto al año anterior.
  - Identificar y reducir los riesgos y actos inseguros en al menos un 5 % respecto al año anterior.
  - Mitigar las causas y problemas que deriven en riesgos y actos inseguros, cubriendo al menos los riesgos de “nivel 1”.
  - Disminuir o eliminar los costos derivados por incidentes en al menos un 10 % al año anterior.
  - Registrar y crear una base de datos de incidentes, que se implemente en el 2013.
  - Obtener indicadores y estadísticas en materia de seguridad y salud a través de la base de datos, previamente implementada.
  - Contribuir a la productividad del área a través de la reducción de costos en materia de seguridad y salud.
  - Impartir y reproducir conocimientos y capacitación en de seguridad y salud aplicados a la producción y transformación forestal.
  - Investigar y determinar las causas del 100 % de los accidentes.

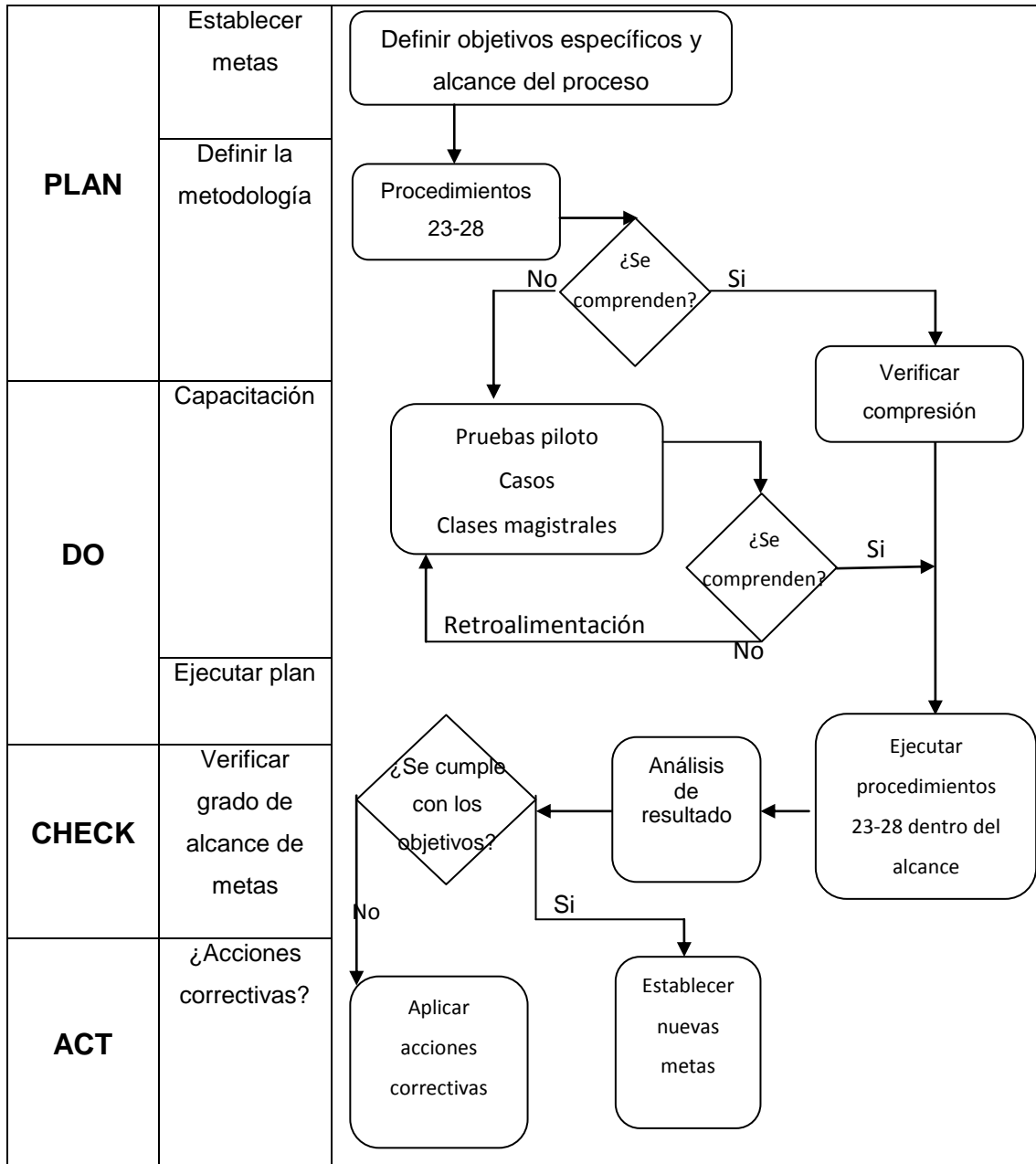
- Política del sistema de gestión de seguridad y salud: el Departamento de Seguridad y Salud de la subcoordinación forestal, perteneciente a la coordinación académica de la ENCA, vela por:
  - Contribuir de manera directa e indirecta con las políticas y objetivos de la institución.
  - Garantizar la seguridad y salud del capital humano.
  - Enseñar, reproducir, implementar e investigar en materia de seguridad y salud ocupacional en el que hacer de la producción y transformación forestal.
  - Integrar la seguridad y salud ocupacional a los procesos productivos y académicos de la subcoordinación.
  - Utilizar como base del sistema de gestión de seguridad y salud la Norma COGUANOR NTG / OHSAS 18001.
  - La organización deberá realizar un análisis de riesgo periódico al menos una vez al año; después de algún cambio en los procesos productivos y/o luego de un accidente.

A partir de la definición del plan estratégico; el desarrollo de un programa continuo y sistemático de seguridad y salud en el trabajo queda a disposición de la alta dirección.

La propuesta desarrollada está contemplada en el siguiente diagrama de relación.



Figura 14. Diagrama de relación para programa de SST



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de relaciones para la programación de un sistema de seguridad y salud en el trabajo, esta basado en el ciclo de mejora continua de Deming. A partir de este procedimiento, la alta dirección establece una metodología que debe aplicar de acuerdo a su normativo en ciclos periódicos, para ser más específicos y citando el inciso 9.17 Auditorías internas; el proceso debe realizarse por lo menos una vez por año o después de incurrir en un incidente.

#### **2.4.6. Normas para salud en el trabajo**

La propuesta de un normativo es desarrollada en un esfuerzo conjunto llevado a cabo durante la administración 2012 de la alta dirección de la subárea forestal.

El normativo contempla una sección amplia de incisos que van desde la definición de alcance, misión, visión, objetivos y política del sistema de seguridad y salud en el trabajo. Además, el manual incluye las disposiciones generales de la planificación y del control operacional.

A continuación se desarrolla una reseña del normativo.

- a) De la planificación: la organización debe establecer, implementar y mantener los procedimientos: “23. Identificación de peligros, método simplificado”, para la identificación continua de peligros; “24 Determinación del nivel de riesgo, método de deficiencia y nivel de exposición”, para calcular el nivel de riesgo y “25. Análisis y evaluación de riesgos”, para el análisis y conclusión. Dichos procedimientos deben contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Las actividades rutinarias y no rutinarias.
- Las actividades de todas las personas que tengan acceso al lugar de trabajo (incluyendo contratistas y visitantes).
- El comportamiento humano, las capacidades y otros factores humanos.
- Los peligros identificados originados fuera del lugar de trabajo, capaces de afectar adversamente a la salud y seguridad de las personas bajo el control de la organización en el lugar de trabajo.
- Los peligros originados en las inmediaciones del lugar de trabajo por actividades relacionadas con el trabajo bajo el control de la organización.
- La infraestructura, el equipamiento y los materiales en el lugar de trabajo, tanto si los proporciona la organización como otros.
- Los cambios o propuestas de cambios en la organización, sus actividades o materiales.

b) De la identificación de peligros y evaluación de riesgos

- Deberá ser definida con respecto a su alcance, naturaleza, buscando la pro actividad más que la reactividad.
- Prever la identificación, priorización y documentación de los riesgos, la aplicación de controles, según sea apropiado.

- c) De la reducción de riesgos: se debe considerar la reducción de los riesgos y peligros de acuerdo con la siguiente jerarquía:

Eliminación

Sustitución

Controles de ingeniería

Señalización/advertencia y/o controles administrativos

Equipos de protección personal

- d) De los objetivos y programas: la organización debe establecer, implementar y mantener objetivos de seguridad y salud en el trabajo documentados, en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización. Siendo los objetivos medibles y coherentes con la política seguridad y salud en el trabajo.

Corresponde a la organización establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos, los cuales deben incluir:

- La asignación de responsabilidades y autoridad para lograr los objetivos en las funciones y niveles pertinentes de la organización.
- Los medios y plazos para lograr estos objetivos.

- e) De la implementación y operación: la alta dirección debe ser el responsable en última instancia de la seguridad y salud en el trabajo y del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para la cual debe:

- Asegurándose de la disponibilidad de los recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo dentro del plazo estipulado, según el procedimiento “25.1 Propuesta de eliminación y/o mitigación de riesgos y peligros”.
  - Definiendo las funciones, asignando responsabilidades y delegando autoridad para facilitar la gestión de la seguridad y salud en el trabajo eficaz; y se deben documentar y comunicar las funciones, responsabilidades y autoridad; guardando coherencia con el Departamento de Recursos Humanos.
  - La coordinación deberá tener documentado al menos físicamente los requisitos antes descritos en el inciso 2. Para lo cual deberá hacer uso del “control de documentos”.
- f) De la competencia, formación y toma de conciencia: la organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con sus riesgos para la seguridad y salud en el trabajo y su sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Para lo cual debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para que las personas que trabajan para ella sean conscientes de:
- Las consecuencias para la seguridad y salud en el trabajo, reales y potenciales, de sus actividades laborales, de su comportamiento y de los beneficios para la seguridad y salud en el trabajo de un mejor desempeño personal.

- Sus funciones y responsabilidades y la importancia de lograr la conformidad con la política y procedimientos de seguridad y salud en el trabajo y con los requisitos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, incluyendo los requisitos de la preparación y respuesta ante emergencias.
  - Las consecuencias de desviarse de los procedimientos establecidos.
- g) De la comunicación, participación y consulta: la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:
- La comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización, a través del procedimiento “27. Registro de lesiones y enfermedades” y el procedimiento “29. Sumario de lesiones y enfermedades”.
  - La comunicación con los contratistas y otros visitantes al lugar de trabajo.
  - Recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.
  - Comunicar a través de una tabla visible a todos en la entrada del establecimiento en una cartelera de al menos 50 cm de alto por 100 cm de ancho, el conteo de los días libres de accidentes y días libres de incidentes.
  - La participación de los trabajadores en: identificación y evaluación de riesgos, peligros, y su control, investigación de incidentes, el

desarrollo y la revisión de las políticas y objetivos de seguridad y salud en el trabajo.

- Consulta cuando haya cualquier cambio que afecte a su seguridad y salud en el trabajo

h) De la documentación: la documentación del sistema de gestión debe llenar los requisitos mínimos de formato, estipulados en el “control de documentos” y al menos debe incluir:

- La política y los objetivos de seguridad y salud en el trabajo.
- La descripción del alcance del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- La descripción de los elementos principales del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su interacción, incluyendo la referencia a los documentos relacionados.
- Los formatos para: la operación, auditoría, mejora continua, registros, procedimientos, resultados, planificación, comunicación y otros que se consideren necesarios para el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

i) Del control de documentos: la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos los cuales deberán ser aprobados luego de llenar los requisitos de formato estipulados en el “control de documentos” del control operacional.

Para las operaciones que se determine necesarias, implementar y mantener:

- Controles operacionales cuando sea aplicable para la organización y sus actividades.
  - Controles relacionados con los bienes, equipamiento y servicios adquiridos.
  - Controles relacionados con los contratistas y otros visitantes al lugar de trabajo.
  - Procedimientos documentados, para cubrir las situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de su política y sus objetivos de seguridad y salud en el trabajo.
- j) De la preparación y respuesta ante emergencias: la organización debe garantizar que los involucrados del área deben conocer, entender y practicar el procedimiento” 31. En caso de emergencias” para lo cual debe de:
- Realizar evaluaciones de situaciones de emergencia suscitadas y como fueron abordadas.
  - La realización de pruebas al menos una vez al año de sus procedimiento o procedimientos para responder a situaciones de emergencia, cuando sea factible.



- Revisar periódicamente y modificar los procedimientos cuando sea necesario y obligatoriamente después de las pruebas periódicas y /o situaciones de emergencia.
- k)** Verificación: la organización debe de analizar al menos una vez al año el desempeño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo a través del resultado del procedimiento “27. Registro de lesiones y enfermedades” y el procedimiento “29. Sumario de lesiones y enfermedades”. Para lo cual deberá:
- Hacer un análisis histórico de los sumarios.
  - Realizar un análisis cuantitativo y de tendencias.
  - Realizar y comparar los análisis de riesgos entre el año actual y el anterior.
  - Arrojar resultados y los alcances realizados del procedimiento “25. Propuestas de eliminación y/o mitigación de riesgos y peligros”.
- l)** De la evaluación del cumplimiento legal: la organización debe cumplir con los requisitos legales nacionales, para lo cual deberá:
- Mantener en el área y oficina administrativa, los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.
  - Mantener una copia del “Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo” del “Instituto Guatemalteco de Seguridad Social”.

**m)** De la investigación de incidentes: la organización debe velar por el establecimiento, implementación y mantenimiento del procedimiento “23. Método simplificado para la identificación de peligros” “24. Determinación del nivel de riesgo, método de deficiencia y nivel de exposición” “26. Informe de seguridad y salud en el trabajo” “28. Investigación de accidentes” “29. Sumario de accidentes” “30. Condiciones de trabajo” y “31. En caso de emergencia” para registrar, investigar y analizar los incidentes para:

- Garantizar continuamente la integridad de los colaboradores.
- Determinar las deficiencias de la seguridad y salud en el trabajo subyacentes y otros factores de incidentes.
- Identificar las necesidades de una acción correctiva.
- Identificar oportunidades para una acción preventiva.
- Identificar oportunidades para la mejora continua.
- Comunicar los resultados de tales investigaciones.
- Llevar a cabo las investigaciones en el momento oportuno.

**n)** De no conformidad, acción correctiva y acción preventiva: la organización debe establecer, implementar y mantener el procedimiento “25. Propuesta de mitigación y eliminación de peligros y riesgos para tratar las no conformidades reales o potenciales y para tomar acciones correctivas y acciones preventivas. Para lo cual se deberá contemplar:

- La identificación y corrección de las no conformidades y la toma de acciones para mitigar sus consecuencias para la seguridad y salud en el trabajo.
  - La investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir.
  - La evaluación de la necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de las acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia.
  - El registro y la comunicación de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas.
  - La revisión de la eficacia de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas.
- o) De control de los registros: la organización debe establecer y mantener los siguientes registros:
- Todos los registros de los procedimientos de seguridad y salud en el trabajo que se encuentran en el “Listado de procedimientos del Área Forestal”.
  - Cualquier otro que sea necesario.
  - Los que sean necesarios para cumplir el presente normativo.

- p) De auditorías internas: la organización debe realizar las auditorías internas, al menos una vez al año, para lo cual se deberá apoyar en los procedimientos concernientes de seguridad y salud en el trabajo y finalmente emitir un “informe de seguridad y salud en el trabajo” y un “sumario de accidentes”.

## **2.5. Productividad en el área del aserradero**

La productividad de un sistema operativo se define como el cociente resultante de la división de los *outputs* del sistema entre los *inputs* que requiere.

El aserradero de la subárea forestal necesita de un análisis exhaustivo que permita medir la productividad del mismo, por lo tanto se utiliza como fuentes de información las siguientes técnicas.

### **2.5.1. Determinación de coeficientes de aserrío**

El coeficiente de aserrío se define teóricamente como la relación entre el volumen de madera aserrada y el volumen inicial de una troza. Este ratio es importante porque determina los rendimientos teóricos que tiene un aserradero y con base en el resultado que arroje se podrá tomar decisiones estratégicas de mejora.

Para poder llevar a cabo este procedimiento se hace necesario determinar en primer lugar, el volumen teórico de una troza. A continuación se describe el procedimiento utilizado para calcular el volumen de una troza.

- a) Obtener los diámetros menores de la troza

- Colocar la pestaña del metro en el extremo más alejado del cuerpo (punto Y1 de la figura 21).
- Arrastrar el metro, formando un ángulo recto, hasta el punto donde termine el diámetro de la troza (punto Y2 de la figura 21).
- Tomar el dato resultante de restar Y2-Y1 de la figura 21.
- Repetir pasos a, b y c de esta sección con un giro de 90 grados. Utilizar como guía los puntos X1 y X2 de la figura 21.
- Calcular el promedio del diámetro menor, para ello utilizar la siguiente fórmula.

$$D_m = ((Y_2 - Y_1) + (X_2 - X_1)) / 2$$

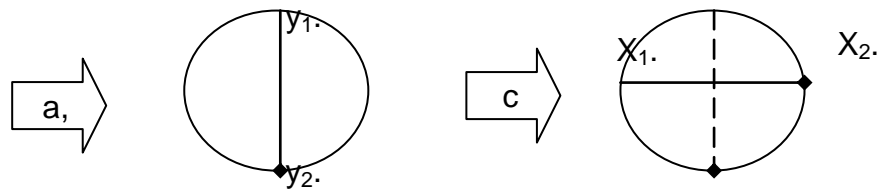
Donde

$D_m$  = diámetro menor

$Y_2 - Y_1$  = valor en pulgadas de la distancia entre  $Y_2$  "y"  $Y_1$

$X_2 - X_1$  = valor en pulgadas de la distancia entre  $X_2$  "y"  $X_1$

Figura 15. **Diámetro menor de troza**



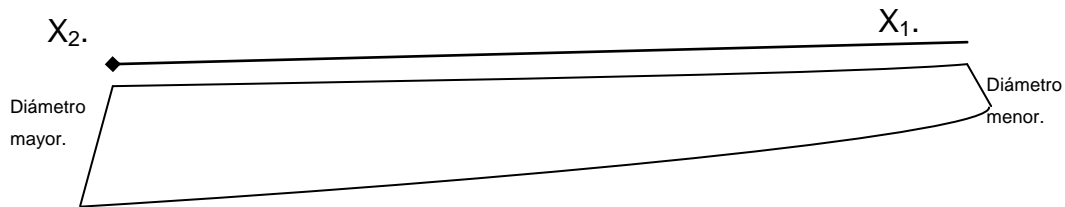
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

- Repetir el paso a) de esta sección para los diámetros mayores
- Determinar la longitud de las trozas

- Colocar la pestaña del metro en la punta más alejada al cuerpo, de tal forma que quede paralela a la dirección de la troza (punto X1 de la figura 15).
- Arrastrar el metro formando un ángulo recto, hasta donde termine la longitud de la troza.

Nota. Siempre tomar los puntos X1 y X2 más pequeños de la troza. Siempre tomar los valores en metros.

Figura 16. Longitud de la troza



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word®.

A partir de la información recopilada se procede a calcular el volumen de la troza, la cual se supone como un cilindro por lo que se utiliza la ecuación definida para el volumen de un cilindro.

$$V_{\text{troza}} = \pi L \left( \frac{1}{2} (D_p + d_p) \right)^2 / 4$$

Donde

$V_{\text{troza}}$  = volumen de troza

$L$  = longitud de troza

$D_p$  = Diámetro promedio mayor

$d_p$  = Diámetro promedio menor

Una vez determinado el volumen inicial de la troza, esta entra al aserradero donde será transformada en tablas de acuerdo a las especificaciones del cliente. Por lo tanto, para poder determinar el volumen final de la troza, se hace con la ayuda de la base de datos o el sistema de registro del aserradero, donde por cada troza se verifica el total de tablas obtenidas y a cada una de ellas se le es medido el volumen con ayuda de la siguiente ecuación.

$$V_{\text{tabla}} = G \text{ (m)} * A \text{ (m)} * L \text{ (m)}$$

Donde

$V_{\text{tabla}}$  = volumen de la tabla

$G \text{ (m)}$  = grueso de tabla en metros

$A \text{ (m)}$  = ancho de tabla en metros

$L \text{ (m)}$  = longitud de tabla en metros

Para finalizar, se suman aritméticamente todos los volúmenes de las tablas que corresponden a la troza analizada y el resultado obtenido se considera como el volumen final obtenido. La diferencia entre el volumen de troza y el volumen de tablas se considera como mermas, básicamente son la lepa y el serrín producidos durante el aserrado de trozas.

A partir de la información recopilada se puede obtener el coeficiente de aserrío de la troza simplemente con dividir el volumen final entre el volumen inicial de la troza. Esta relación matemática se encuentra descrita en la siguiente ecuación.

$$CDA = 100 \% (V_{\text{tabla}} / V_{\text{troza}})$$

Donde

CDA = coeficiente de aserrío

$V_{\text{tabla}}$  = volumen de la tabla

$V_{\text{troza}}$  = volumen de la troza

El cálculo del coeficiente de aserrío es un procedimiento, toda vez establecido, que puede resultar tedioso además poco práctico para usos dentro del aserradero. Por lo que se puede simplificar la tarea con el análisis de una muestra representativa del lote.

La metodología utilizada para calcular el tamaño de la muestra del aserradero debe considerar una premuestra lo suficientemente representativa para asignarle un 95 % de confiabilidad. La aplicación del muestreo estadístico se encuentra en la siguiente ecuación:

$$N = (t^2 S^2) / E^2$$

Dónde:

N= Tamaño de la muestra

$t^2$ =Valor apropiado de la estadística t

$S^2$ = varianza de la población

E= Error permitido

Los resultados de la premuestra de 7 unidades para un lote de 63 trozas quedan contemplados en la siguiente tabla.



Tabla XIII. **Premuestra de coeficientes de aserrío**

D	D	D*	D	D	d*	L	Volumen	#	L	A	G	Volumen	CDA	
0,2	0,185	0,193	0,14	0,15	0,145	3,174	0,143	0,051	8	2,9	0,07	0,016	0,0257	0,507
0,176	0,168	0,172	0,148	0,153	0,151	2,51	0,149	0,044	5	2,589	0,115	0,016	0,0238	0,542
0,185	0,165	0,175	0,144	0,15	0,147	3,04	0,146	0,051	3	2,64	0,108	0,016	0,0137	0,271
0,165	0,17	0,168	0,265	0,27	0,268	2,88	0,266	0,16	7	2,78	0,111	0,016	0,0346	0,216
0,215	0,19	0,203	0,18	0,15	0,165	3,07	0,173	0,072	5	3,045	0,135	0,016	0,0329	0,458
0,228	0,241	0,235	0,195	0,195	0,195	1,24	0,195	0,037	4	1,2	0,155	0,016	0,0119	0,321
0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	1,23	0,175	0,03	4	1,2	0,135	0,016	0,0104	0,35

Fuente: elaboración propia.

La premuestra cuenta con información de 7 trozas. Al promediar los valores de la columna CDA se obtiene como resultado una media de 0,381, por otra parte la columna también cuenta con una desviación estándar de  $\pm 0,124$ .

El nivel de confiabilidad de la muestra debe ser del 95 %, lo que implica un error del 5 %; lo que a su vez lleva a determinar el cuantil necesario a través de restar la unidad menos la mitad del nivel de confiabilidad. Esto significa algebraicamente, para este caso, un valor de 0,975 como resultado.

El grado de libertad de la premuestra es de 6 unidades, por lo que al intersectar los valores de confiabilidad con el de los grados de libertad, el valor de la t de *student* que corresponde es de 2,4469.

Por lo tanto; al introducir valores en la ecuación de muestreo estadístico, el tamaño de la muestra resultante queda de la siguiente forma:

$$N = (t^2 S^2) / E^2$$

$$N = ((2,4469^2) (0,124^2) / 0,05^2$$

N = 37 unidades

El tamaño de la muestra a analizar corresponde a 37 unidades que al restarle las 7 unidades de la premuestra resulta 30 unidades faltantes para completar el estudio. La siguiente tabla contempla el resto de valores para completar el estudio de coeficientes de aserrío.

Tabla XIV. **Muestra de coeficientes de aserrío**

D	D	D*	d	D	D*	L	Volumen	#	L	A	G	Volumen	CDA	
0,185	0,17	0,178	0,165	0,152	0,159	2,88	0,162	0,059	5	2,75	0,07	0,016	0,0154	0,259
0,16	0,19	0,175	0,165	0,165	0,165	2	0,165	0,043	7	1,96	0,115	0,016	0,0252	0,59
0,175	0,185	0,18	0,175	0,175	0,175	1,93	0,175	0,046	4	1,85	0,14	0,016	0,0166	0,357
0,19	0,195	0,193	0,176	0,181	0,179	2,54	0,177	0,063	5	2,5	0,11	0,016	0,022	0,351
0,185	0,187	0,186	0,163	0,165	0,164	1,27	0,164	0,027	8	1,25	0,1	0,016	0,016	0,6
0,174	0,183	0,179	0,17	0,169	0,17	2,3	0,17	0,052	4	2,27	0,13	0,016	0,0189	0,363
0,169	0,19	0,18	0,158	0,155	0,157	2,13	0,157	0,041	4	2,13	0,175	0,016	0,0239	0,577
0,2	0,21	0,205	0,169	0,175	0,172	1,98	0,171	0,045	6	1,9	0,126	0,016	0,023	0,508
0,215	0,22	0,218	0,2	0,195	0,198	2,48	0,199	0,077	7	2,41	0,11	0,016	0,0297	0,386
0,22	0,245	0,233	0,175	0,181	0,178	2,34	0,177	0,057	5	2,32	0,1	0,016	0,0186	0,324
0,15	0,175	0,163	0,145	0,13	0,138	1,55	0,141	0,024	3	1,5	0,09	0,016	0,0065	0,267
0,165	0,175	0,17	0,13	0,145	0,138	1,52	0,134	0,021	3	1,45	0,1	0,016	0,007	0,326
0,175	0,183	0,179	0,161	0,165	0,163	1,98	0,162	0,041	8	1,98	0,07	0,016	0,0177	0,435
0,186	0,195	0,191	0,178	0,179	0,179	2	0,178	0,05	2	2	0,12	0,016	0,0077	0,154
0,166	0,18	0,173	0,155	0,165	0,16	1,54	0,158	0,03	4	1,53	0,15	0,016	0,0147	0,49
0,125	0,158	0,142	0,113	0,12	0,117	1,27	0,115	0,013	2	1,25	0,173	0,016	0,0069	0,525
0,175	0,19	0,183	0,175	0,17	0,173	2,09	0,174	0,05	4	2	0,163	0,016	0,0209	0,421
0,185	0,2	0,193	0,188	0,185	0,187	2,08	0,187	0,057	4	2,05	0,144	0,016	0,0189	0,33
0,19	0,21	0,2	0,175	0,174	0,175	2,23	0,175	0,053	4	2,2	0,11	0,016	0,0155	0,29
0,145	0,175	0,16	0,14	0,153	0,147	1,58	0,143	0,025	4	1,55	0,07	0,016	0,0069	0,273
0,174	0,196	0,185	0,165	0,175	0,17	1,96	0,168	0,043	6	1,94	0,09	0,016	0,0168	0,388
0,173	0,19	0,182	0,176	0,158	0,167	2,05	0,172	0,047	7	2,03	0,08	0,016	0,0182	0,384
0,23	0,231	0,231	0,195	0,185	0,19	2,48	0,193	0,072	7	2,46	0,126	0,016	0,0347	0,481
0,195	0,22	0,208	0,187	0,184	0,186	2,33	0,186	0,063	7	2,31	0,11	0,016	0,0285	0,448
0,215	0,221	0,218	0,177	0,178	0,178	2,36	0,177	0,058	6	2,33	0,09	0,016	0,0201	0,346
0,175	0,2	0,188	0,165	0,178	0,172	1,66	0,168	0,037	4	2,63	0,09	0,016	0,0151	0,41

Continuación de la tabla XIV.

D	D	D*	d	D	D*	L	Volumen		#	L	A	G	Volumen		CDA
0,22	0,23	0,225	0,21	0,198	0,204	2,45	0,207	0,082	7	2,42	0,09	0,016	0,0244	0,296	
0,158	0,176	0,167	0,157	0,153	0,155	1,56	0,156	0,03	4	1,52	0,1	0,016	0,0097	0,326	
0,175	0,18	0,178	0,166	0,168	0,167	1,58	0,167	0,034	4	1,52	0,15	0,016	0,0146	0,424	
0,195	0,21	0,203	0,178	0,183	0,181	1,98	0,179	0,05	5	1,96	0,185	0,016	0,029	0,581	
0,168	0,175	0,172	0,145	0,159	0,152	1,63	0,149	0,028	4	1,6	0,133	0,016	0,0136	0,482	

Fuente: elaboración propia.

Al promediar los coeficientes de aserrío de las trozas se obtiene como resultado una media de 0,396; lo que indica que de una troza se aprovecha en tablas el 39,6 %; el resto incurre en mermas que corresponden a serrín y en lepas.

## 2.5.2. Sistema de gestión de costos

El sistema de gestión de costos se limita exclusivamente a medir el costo de producción de un lote de trozas. El costo de tala, de transporte y cualquier otro costo que infiera en la operación de materias primas quedan fuera del alcance de este modelo.

### 2.5.2.1. Determinación de costos de producción

Como se muestra en la sección de diseño, el área del aserradero posee cuatro secciones de trabajo que son el patio de trozas, la Wood Mizer, la carbonera y la sección de elaboración de tablas. Para cada una de estas secciones se debe establecer un sistema de costos.

Para lograr una determinación efectiva del costo de producción dentro del aserradero se utiliza como base, varias hojas de cálculo del programa Microsoft Excel ® que simplifiquen la labor. Dentro de los costos determinados bajo el formato de la hoja de cálculo están:

- Costo de materia prima
- Costo de mano de obra
- Costo de insumos
- Costo de limpieza
- Costo de mantenimiento

El costo de materia prima es una estimación basada en la información presentada por la página del Instituto Nacional de Bosques INAB, la cual establece el precio de una especie en particular de acuerdo a su posición geográfica.

La tabla que corresponde a costos de materia prima queda de la siguiente forma.

**Tabla XV. Tabla de costos de materia prima**

Costo de materia prima			
Lote	Cantidad de trozas	Precio unitario por trozas	Total
0	0	0.5	0

Fuente: elaboración propia.

Esta tabla posee cuatro columnas y dos filas, donde se escribe el número de lote al que corresponde, la cantidad de trozas al lote en particular, el precio unitario de la troza bajo la estimación del INAB, y por último gracias a la aplicación de una fórmula se multiplica la columna de la cantidad de trozas por la columna del precio unitario y el resultado queda escrito en la columna total.

El siguiente rubro corresponde a la tabla de costos de mano de obra, la cual queda establecida a continuación.

Tabla XVI. **Tabla de costos de mano de obra**

No de lote	Trabajadores en el área	Costo * trabajador*hora	Total de horas trabajadas	Total
0	0	8,975	0:00	0

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior describe un cuadro de cinco columnas por dos filas donde se describe el número del lote, los trabajadores por área, el costo unitario por hora de labor y el total de horas trabajadas.

Este cuadro trabaja bajo el supuesto que todos los empleados tienen el mismo salario y se dedica únicamente, a la estimación del costo de mano de obra a nivel operativo, sin tomar en cuenta costos de mano de obra por supervisión y control.

Debido a que la política de la institución descarta las horas extras, no es necesario estimar un cuadro aparte para las mismas. Por lo tanto, el costo de mano de obra para cada sección del aserradero se determina de la misma

forma, siendo este el cociente de la multiplicación de las horas de trabajo por el costo unitario por hora y el total de trabajadores y el resultado queda establecido en la columna total.

El siguiente costo a analizar corresponde al costo de insumos, el cual es particular para cada una de las secciones del aserradero, por lo que en la siguiente tabla se describe los distintos insumos para cada una de las secciones en partículas.

Tabla XVII. **Tabla de insumos por secciones del aserradero**

<b>Patio de trozas</b>	<b>Wood Mizer</b>	
Listado de insumos	Listado de insumos	
Gasolina	Gasolina	
Aceite	Aceite	
Agua	Agua	
Jabón	Jabón	
Escobas	Escobas	
<b>Carbonera</b>	<b>Elaboración de tablas</b>	
Listado de insumos	Listado de equipo	
Gasolina	Canteadora	Energía eléctrica
Aceite	Engletadora	
Agua	Cepilladora	
Jabón	Insumo	
Escobas	Escobas	
	Trapos	
	Bolsas de basura	

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior desglosa una idea general de la variación de insumos por cada sección, pero la forma de estimar este costo, se hace relativamente de la misma forma.

Para lograr esto, se crearon tablas en la hoja de cálculo que permitan estimar los costos por sección para que luego éstas, automáticamente, se sumen en un cuadro de resumen. El resultado del costo de insumo por sección se obtiene de la suma de la multiplicación del costo unitario de cada insumo por la cantidad de uso del mismo.

Los costos de limpieza quedan forzosamente ligados a los costos de insumo, por lo que con ayuda de la hoja de cálculo se crea una tabla dinámica que interrelacione ambas tablas.

La tabla de costos de limpieza queda de la siguiente forma.

Tabla XVIII. **Tabla de costo de limpieza**

Insumo	Costo unitaria	Número de empleados	Horas trabajadas	Total
Mano de obra	8,975	0	0,33333333	0
Insumos	0,00462963	0		0
Depreciación equipo				0,00462963
Total				0,00462963

Fuente: elaboración propia.

Como lo establece la tabla anterior, el costo de limpieza se estima a partir del costo de mano de obra, más el costo de los insumos utilizados, más la depreciación del equipo utilizado para la labor.

El área del aserradero tiene como política utilizar los últimos 20 minutos del turno como exclusivos para la limpieza de las áreas de trabajo, por lo que la estimación del costo de mano de obra utilizada para la limpieza del área queda regida por la misma.

Para simplificar la labor del costo de mantenimiento se utiliza como guía una estimación establecida por alta dirección del aserradero que sugiere que el manteniendo de una máquina corresponde al 10 % del costo de limpieza.

La depreciación es un estimado para los costos que se toma en cuenta dentro de este sistema. El área cuenta con una amplia gama de maquinaria y equipo, que debido a su uso exhaustivo y de carácter académico se deteriora muy rápidamente.

Por lo tanto, la depreciación lineal del equipo y maquinaria del área quedan contempladas en la siguiente tabla.

**Tabla XIX. Tabla de depreciación lineal para maquinaria del aserradero**

Equipo	Precio de compra	Años en depreciarse	Depreciación anual	Depreciación diaria	Depreciación hora	No	Total
Moto sierra	15 000	10	1 500	4,16666667	0,17361111	3	0,52083333
Wood Mizer	159 510	10	15 951	44,3083333	1,84618056	1	1,84618056
Carbonera	250 000	10	25 000	69,4444444	2,89351852	1	2,89351852
Canteadora	8 040	10	804	2,23333333	0,09305556	1	0,09305556
Cepilladora	15 950	10	1 595	4,43055556	0,18460648	1	0,18460648
Despuntadora	4 642,82	10	464,282	1,28967222	0,05373634	1	0,05373634
Sierras	300	1	300	0,83333333	0,03472222	10	0,34722222
Uniformes	5 000	1	5 000	13,8888889	0,5787037	3	1,73611111
Guantes	100	1	100	0,27777778	0,01157407	3	0,03472222



Continuación de la tabla XIX.

Equipo	Precio de compra	Años en depreciarse	Depreciación anual	Depreciación diaria	Depreciación hora	No	Total
Filtros	150	0,5	300	0,83333333	0,03472222	10	0,34722222
repuestos	1 000	0,5	2 000	5,55555556	0,23148148	15	3,47222222
Sulkie	1 000	5	200	0,55555556	0,02314815	1	0,02314815
Compresor	5 225	5	1 045	2,90277778	0,12094907	2	0,24189815
Pistola	2 500	5	500	1,38888889	0,05787037	3	0,17361111
Total							11,97

Fuente: elaboración propia con Microsoft Excel ®.

Para hacer más fácil la tabulación de datos se crea una plantilla en la hoja de cálculos, donde el encargado de estimar los costos deba escribir la información pertinente. La figura de esta plantilla se describe a continuación.

Figura 17. Plantilla de tabulación de costos

The image shows a spreadsheet template for cost tabulation. It includes several input tables for different categories of costs:

- Inputs:** No. De lora, Tamaño del lora.
- Periodo de trabajo:** Includes fields for Gasolina (L), Agua (L), Tiempo (h), Aceite (L), Empleados, and Insumos (Unidades).
- Tablas:** Includes tables for Maquinaria (Engleadoras, Costales, Cepilladoras, Escobas, Carreadores, Trapos, Bombillas, Empleados) and Carbonera (Motosierra, Gasolina (L), Agua (L), Tiempo (h), Aceite (L), Empleados).
- Woodmizer:** Includes a Horometro table (Inicio, Final, Agua (L), Jabón, Cantidad (g)) and an input table for Gasolina (L), Agua (L), Tiempo (h), Aceite (L), Empleados, and Insumos (Unidades).
- Tabla de resumen:** A summary table with columns for Tipo de insumo, Materia prima, Precio, Depreciación, Insumos, Repuestos, mantenimiento, and Total. It shows values for various materials like Pano de lora, Woodmizer, Carbonera, and Tablas, with a total of 11.97.
- Instructions:** A box stating "Para registrar el dato debe pulsarse comando Ctrl+e".

Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel ®.

Como lo señala la figura, la plantilla cuenta con cuatro tablas dinámicas, una por cada sección del área del aserradero y donde también a cada una se le debe escribir información específica de la galera que corresponde.

El resultado queda escrito en la pestaña registro del mismo archivo y se mira similar al desarrollado en la siguiente figura.

Figura 18. **Plantilla de registro de costos**

Escuela Nacional Central de Agricultura								
RE-SIG-CA-RMM								
No de lote	Costo materia prima	Costo Mano de obra	Depresacion lineal	Costo de insumos	Costo de limpieza	Costo de mantenimiento	Costo Total	Tamaño del lote

Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel ®.

### 2.5.2.2. **Costos de producción actual del área**

Gracias a su versatilidad, la hoja de cálculo desarrollada para el sistema de gestión de costos, pudo ser utilizada en la determinación de costos actuales dentro del área del aserradero.

Aunque no en su totalidad, solo se desarrolló costos para el patio de trozas y Wood Mizer. La información requerida para determinar los costos de producción del lote queda establecida en la siguiente tabla.

Tabla XX. **Tabla de insumos para la muestra**

<b>Patio de trozas</b>		<b>Wood Mizer</b>	
Listado de insumos	Cantidades	Listado de insumos	Cantidades
Gasolina	3,22 L	Gasolina	30,28 L
Aceite	1,82 L	Aceite	0
Agua	0	Agua	18,925 L
Jabón	0	Jabón	567,75 g
Escobas	0	Escobas	0
Empleados	6 empleados	Empleados	2 empleados
Horas laboradas	2,55 horas	Horas laboradas	10,60 horas

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información recopilada y utilizando a la hoja de cálculo el costo de producción para la premuestra de 37 unidades se encuentra desarrollada en la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Costos de producción de la muestra**

<b>Tipo</b>	<b>Costo (Q)</b>
Costo de materia prima	18,50
Costo de mano de obra	489,14
Depreciación	11,97
Costo de insumos	359,36
Costo de limpieza	23,95
Costo de mantenimiento	2,40
Costo total	905,31

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla de coeficientes de aserrío y la tabla anterior, el costo estimado de producción de pie tabla en el aserradero de la ENCA queda establecido de la siguiente forma.

1,866 m<sup>3</sup> de madera en troza (39,1 m<sup>3</sup> de madera aserrada/100 m<sup>3</sup> de madera en troza)\* (220 pie tabla/1 m<sup>3</sup>)= 160,51 pies tablares de madera.

Costo unitario = Costo total/unidades producidas

Costo unitario= Q 905,31/ 160,51 pie tabla

Costo unitario = Q 5,640 / pie tabla

### **2.5.2.3. Proyección de costos para nuevas producciones**

La estimación en una producción con la nueva metodología trabaja bajo el supuesto que únicamente modifica el coeficiente de aserrío, mientras que las demás variables son *sitirus paribus*.

Teóricamente el coeficiente de aserrío de la nueva metodología es del 50 %, por lo que el costo estimado de producción de pie tabla en el aserradero de la ENCA, queda establecido de la siguiente forma.

1,866 m<sup>3</sup> de madera en troza (50 m<sup>3</sup> de madera aserrada/100 m<sup>3</sup> de madera en troza)\* (220 pie tabla/1 m<sup>3</sup>)= 205,26 pies tablares de madera.

Costo unitario = Costo total/unidades producidas

Costo unitario = Q 905,31/ 205,26 pie tabla

Costo unitario = Q 4,410 / pie tabla

Este cambio de metodología teóricamente estima una reducción de costos en 21,80 %.

### 2.5.3. Eficiencia y eficacia en el área del aserradero

La eficacia del aserradero es equivalente a la producción total. Por lo que se utiliza como guía el coeficiente de aserrío para poder determinar la eficiencia. El resultado se obtuvo de la siguiente forma.

1,866 m<sup>3</sup> de madera en troza (39,1 m<sup>3</sup> de madera aserrada/100 m<sup>3</sup> de madera en troza)\* (220 pie tabla/1 m<sup>3</sup>)= 160,51 pies tablares de madera

Como resultado se tiene una eficacia del 39,10 %

La calidad de las tablas se obtiene a partir de los parámetros de calidad establecida en el manual de calidad total MAPRO forestal. La clasificación queda de la siguiente forma.

Tabla XXII. **Clasificación tablas**

Clase	Generalidades	Nudos, fendas, gemas	Otros defectos
OA.	3 caras limpias (incluye cantos).	Sin nudos en caras y cantos limpias. Puede haber nudos sanos en contracara de diámetro menor a 15 mm. Solo se admite fendas de testa en contracara, de tamaño muy pequeño. Solo se admite en tablas de por lo menos 3 m de largo. De pequeñas dimensiones y solo en la contracara y solo pueden estar hasta en un 10 % del lote.	No se aceptan defectos por aserrado ni por hongos o insectos.

Continuación de la tabla XXII.

Clase	Generalidades	Nudos, fendas, gemas	Otros defectos
OB.	Se admiten dos defectos de estructuras en cara y tres en contracara por elemento tipo rectángulo 1 * 0.1 m.	Se admiten nudos sanos y adherentes de 20 mm en cara y 25 mm en contracara. Negros siempre que sean adherentes, de 10 mm en la cara y negro, incluso saltadizo hasta 10 mm en la contracara. Bolsas de resina pequeñas. Fendas de testa, limitadas de un 5 % de longitud de la pieza. De secado limitadas a 1,5 veces la anchura de la pieza. Gemas de testa de tamaño pequeño solo en piezas de más de 3 m de largo y solo pueden estar hasta en un 10 % del lote.	No se admiten.
1.	Se admiten 3 defectos estructura en cara y 5 en contracara por elemento tipo Rectángulo de 1 * 0.1 m.	Nudos sanos de 30 mm en cara y 40 mm en contracara. Negros siempre que sean adherentes y negro en la cara, incluso saltadizo en la contracara. Bolsas de resinas pequeñas en la cara y hasta grandes en la contracara. Fendas de corazón o de testa que no superen la longitud de la anchura de la tabla de la pieza y el 8 % de la longitud. De secado debe ser inferior o igual a 2 veces la anchura de la pieza.  Madera de reacción muy ligera. Gema solo se admite en piezas de más de 3 m de longitud de la pieza y la longitud no supere el 20 % de la longitud de la pieza y la anchura de la gema el 20 % grueso.	Picaduras en la contracara media vez no estén activas.

Continuación de la tabla XXII.

Clase	Generalidades	Nudos, fendas, gemas	Otros defectos
2.		<p>Nudos en la cara se admiten sanos o negros cuyos tamaños máximos son los siguientes.</p> <p>Piezas menores 80 mm de anchura de hasta ½ del ancho de la pieza.</p> <p>Piezas de hasta 150 mm de ancho. El nudo no supera los 45 mm.</p> <p>Para piezas de más de 150 mm de ancho los nudos no superen 1/3 del ancho.</p> <p>En los cantos se admiten nudos sanos y negros inferiores a 2/3 del grueso de la pieza.</p> <p>Bolsas de resina de 80 mm de longitud.</p> <p>Fendas de testa o de corazón, no mayores a 2 veces el ancho de la pieza o el 8 % de la longitud de la pieza. De secado, la longitud debe ser inferior o igual a 3 veces el ancho de la pieza.</p> <p>Madera de reacción y entrecasco sin afectar la resistencia.</p> <p>Gema solo se admite en piezas mayores a 3 m de largo y que no superen el 1/3 de la longitud y el ancho de la gema de ½ del grueso de la pieza. Solo se admite hasta en un 15 % del lote.</p>	<p>Trazas de pudrición</p> <p>Azulado sin limitación.</p> <p>Picaduras siempre que no sean vivas.</p>
3.		<p>Nudos sin limitación.</p> <p>Fendas sin limitación.</p> <p>Gemas solo en piezas mayores de 3 m de largo. En este caso no hay límites.</p>	<p>Se excluye la existencia de picaduras vivas y pudriciones.</p>

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta tabla se define 5 calidades para tablas las cuales se resumen como:

- a) Tabla OA
- b) Tabla OB
- c) Clase 1
- d) Clase 2
- e) Clase 3

Con base en esta información se puede determinar un factor de calidad arbitrario y porcentual a cada una de las clases de tablas aserradas; quedando establecido de la siguiente forma.

Tabla XXIII. **Calidad de las tablas**

<b>Calidad</b>	<b>Peso ponderado</b>
Tabla OA	1
Tabla OB	0,80
Clase 1	0,60
Clase 2	0,40
Clase 3	0,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Análisis de calidad en muestra**

<b>Calidad</b>	<b>Unidades obtenidas</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Tabla OA	15	0,324
Tabla OB	17	0,215



Continuación de la tabla XXIV.

<b>Calidad</b>	<b>Unidades obtenidas</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Clase 1	3	0,0339
Clase 2	0	0
Clase 3	0	0
Total	37	

Fuente: elaboración propia.

A partir de las últimas dos tablas se puede calcular la eficiencia de la subárea; la cual queda de la siguiente forma.

$$\text{Eficiencia} = \text{eficacia} * \text{calidad}$$

$$\text{Eficiencia} = 0,324 * (1) + 0,215 * (0,8) + 0,0339 * (0,6)$$

$$\text{Eficiencia} = 0,516 \text{ m}^3$$

$$0,516 \text{ m}^3 * (426 \text{ pie tabla} / \text{m}^3) = 219,96 \text{ pie tabla}$$

La eficiencia del área del aserradero corresponde al 69,83 %.

#### **2.5.4. Productividad en el área del aserradero**

La productividad del área del aserradero queda de la siguiente forma.

Tabla XXV. **Productividad de la muestra**

<b>Productividad</b>	<b>Resultados</b>
De materia prima	0,06 Q/ unidad
De mano de obra	1,55 Q/ unidad
De insumos	1,14 Q/ unidad
Productividad costos totales	2,87 Q/ unidad
Productividad insumos	0,396 producto/ insumo

Fuente: elaboración propia.

## **2.6. Propuesta de ampliación del aserradero de la ENCA**

El aserradero de la ENCA necesita de ciertas modificaciones para poder aprovechar al máximo del espacio y de los recursos que posee la institución. A continuación se presenta una propuesta de ampliación.

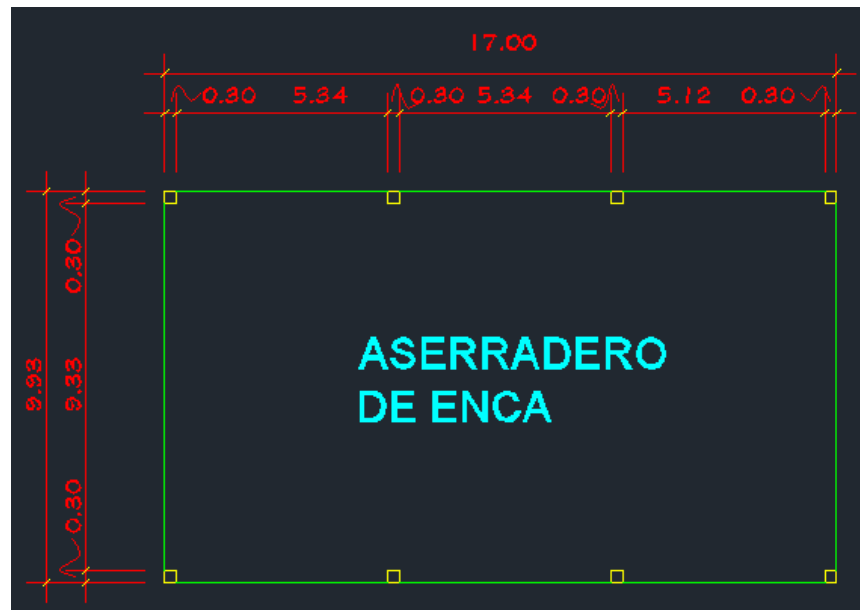
### **2.6.1. Elevaciones y secciones típicas de la propuesta de ampliación**

El aserradero de la ENCA es una galera que comprende de un área 17 m de largo y 9,93 m de ancho. Dentro de este espacio físico se encuentra el aserradero portátil Wood Mizer LT40 el cual tiene una envergadura de 7 m de largo por 4 m de ancho.

La máquina puede aserrar trozas de por lo menos cinco pies de largo y diez pulgadas de ancho, pero debido al poco conocimiento en distribución en planta, el espacio se encuentra subutilizado.

Para mayor comprensión de la situación actual se presenta la siguiente figura.

Figura 19. **Planta del aserradero actual**



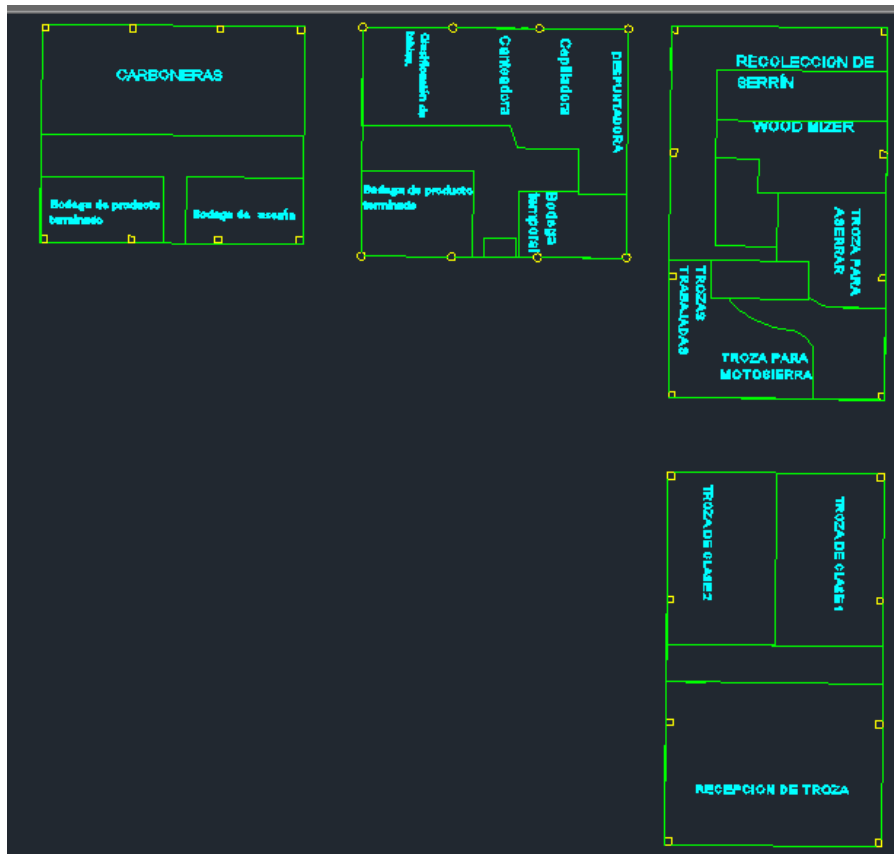
Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013 ®.

La planta queda fuera de cualquier distribución que agilice el proceso productivo y además, no responde a las necesidades que requiere la institución.

Por lo tanto, la propuesta de ampliación del aserradero se enfoca en una distribución que facilite un proceso en línea, donde los equipos y maquinarias disponibles queden distribuidos de mejor manera y se facilite el trabajo realizado dentro del área.

El diseño contemplado queda de la siguiente manera.

Figura 20. Planta de la propuesta para el aserradero



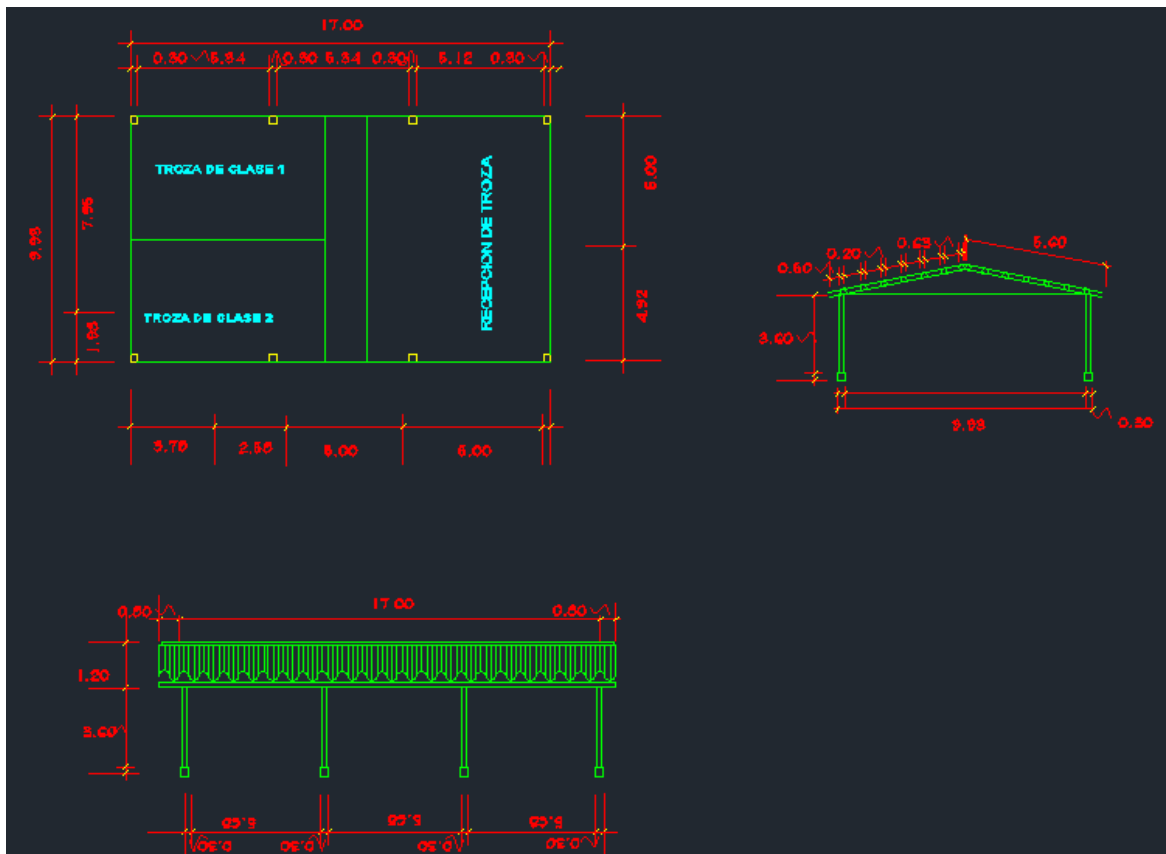
Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013 ®.

La ampliación del aserradero contempla tres nuevas áreas productivas y una redistribución en la existente. Las galeras son las siguientes.

- Galera de patio de trozas
- Galera de Wood Mizer
- Galera de carbonera
- Galera de elaboración de tablas

En la galera de patio de trozas se plantea una distribución que vaya de acuerdo a la clasificación de trozas establecida en el MAPRO forestal. Por lo tanto la propuesta queda de la siguiente forma.

Figura 21. **Planta de la propuesta para patio de trozas**

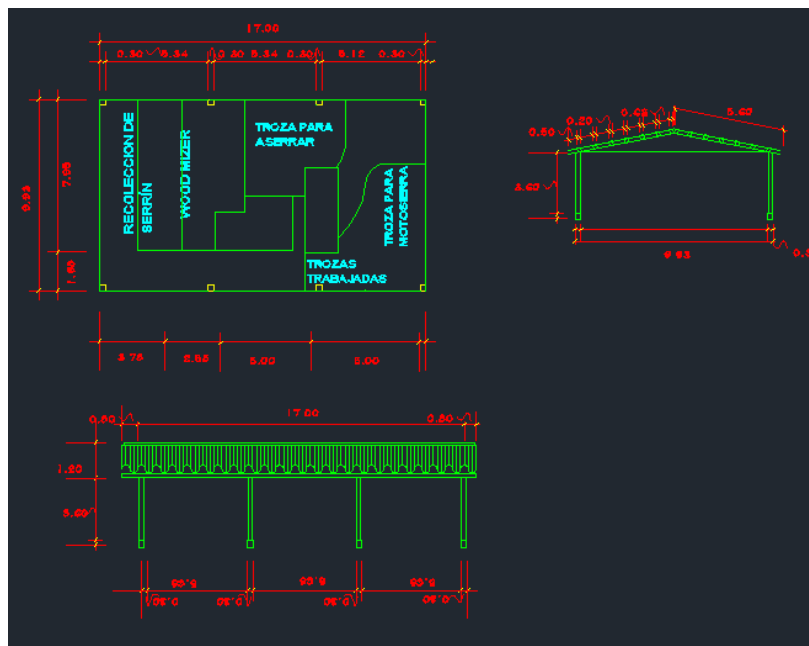


Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013®.

Como lo muestra la figura anterior, el área cuenta con tres secciones. El primero de ellos corresponde al de recepción de trozas, el segundo es el de trozas de clase 1 y el tercero de troza de clase 2.

La siguiente galera corresponde al de la Wood Mizer, la cual es la única galera que existe en la actualidad, misma que en la propuesta se utilizará para la el aserrado de trozas. La propuesta para esta galera considera pequeños cambios estructurales, en su mayoría de mantenimiento y una redistribución del lugar. La siguiente figura permite identificar de mejor manera la propuesta.

Figura 22. **Planta de la propuesta para Wood Mizer**



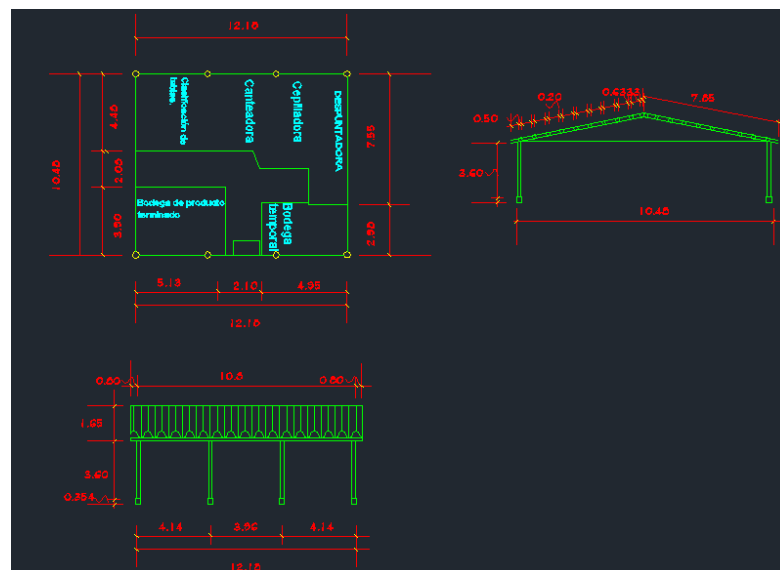
Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013 ®.

En la figura anterior, se puede ver por simple inspección que en la distribución se separa las trozas de clase 2 de las trozas de clase 1. Debido a que las trozas de clase 2 presentan condiciones depurables y para mejorar rendimientos se deben ajustar con ayuda de una motosierra, mientras que las trozas 1 pueden pasar directamente al aserradero portátil donde serán trabajadas para formar tablas.

En esta sección también se presentan los recolectores de serrín para mantener de forma ordena y limpia el lugar de trabajo y así poder cumplir con uno de los requerimientos del SG-SST.

La tercera galera corresponde a la elaboración de tablas, donde estas en la galera de Wood Mizer, llevan un proceso de acabado final que consiste en un despuntado con ayuda de una engletadora, un canteado con la canteadora y un cepillado en ambas caras con la cepilladora. La propuesta para esta área queda de la siguiente forma.

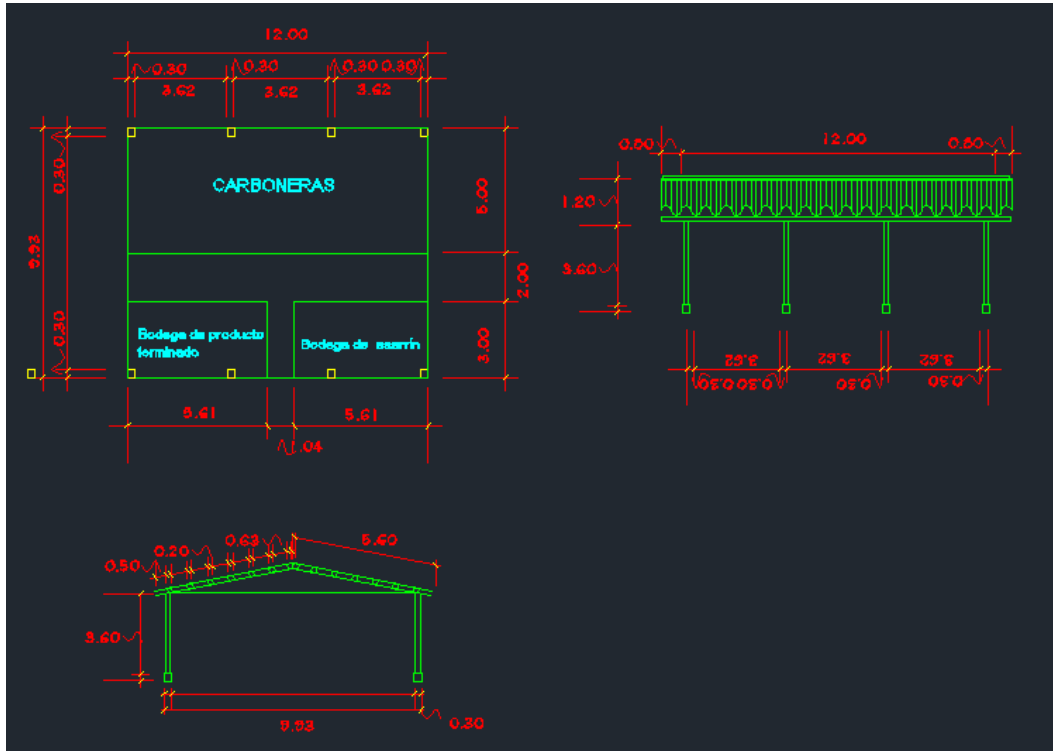
Figura 23. **Planta de la propuesta para elaboración de tablas**



Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013.

Por último, debido a que el proceso genera una cantidad considerable de desperdicios, se plantea el proyecto de implementación de una carbonera que le proporcione valor agregado a las mermas del proceso. El resultado de la propuesta se considera en la siguiente figura.

Figura 24. **Planta de la propuesta para carbonera**



Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013.

Esta sección se desarrolla más ampliamente en la fase de investigación de este documento.

### 2.6.2. Presupuesto de implementación

El presupuesto de implementación de la ampliación para el aserradero incluye precios de maquinaria y costos de construcción de las nuevas, remodelación de la galera existente y el costo del servicio profesional que lo ejecuta. En la siguiente tabla se describe los costos de construcción por galera.



Tabla XXVI. Presupuesto de implementación de ampliación

<b>Patio de trozas</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Pilastras de 0,3*0,3*0,3 m <sup>3</sup>	8 unidades	Q 43,20	Q 345, 60
Concreto reforzado para piso	16,88 m <sup>3</sup>	Q 1 600,00	Q 27 009,60
Columnas de acero perfil W	8 unidades	Q 230,40	Q 1 843,20
Costanera de 0,10*0,10*5,34 m <sup>3</sup>	42 unidades	Q 341,76	Q 14 353,92
Tijera de 1, 2 m * 10 m	4 unidades	Q 3 734,45	Q 14 937,80
Lámina de aluminio de 10 pies por 3 pies	66 unidades	Q 80,00	Q 5 280,00
Pintura amarilla antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura roja antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura negra antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Sub-total			Q 64 459,52
<b>Wood Mizer</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Concreto reforzado para piso	16,88 m <sup>3</sup>	Q 1 600,00	Q 27 009,60
Pintura amarilla antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura roja antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura negra antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Sub-total			Q 27 699,6
<b>Elaboración de tablas</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Pilastras de 0,3*0,3*0,3 m <sup>3</sup>	8 unidades	Q 43,20	Q 345, 60
Puerta de plywood	3 unidades	Q 750,00	Q 2 250,00
Concreto reforzado para piso	16,88 m <sup>3</sup>	Q 1 600,00	Q 27 009,60
Columnas de acero perfil W	8 unidades	Q 230,40	Q 1 843,20
Costanera de 0,10*0,10*5,34 m <sup>3</sup>	42 unidades	Q 341,76	Q 14 353,92
Tijera de 1, 2 m * 10 m	4 unidades	Q 3 734,45	Q 14 937,80
Lámina de aluminio de 10 ' por 3 '	66 unidades	Q 80,00	Q 5 280,00
Pared de ladrillo refractario	42,13 m <sup>2</sup>	Q 480,00	Q 20 222,40
Malla ciclónica	39,34 m <sup>2</sup>	Q 624,00	Q 24 548,16

Continuación de la tabla XXVI.

<b>Elaboración de tablas</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Pintura amarilla antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura roja antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura negra antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Sub-total			Q 111 480,68
<b>Carbonera</b>			
<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Pilastras de 0,3*0,3*0,3 m <sup>3</sup>	13 unidades	Q 43,20	Q 561,60
Concreto reforzado para piso	12,25 m3	Q 1 600,00	Q 19 603,20
Columnas de acero perfil W	8 unidades	Q 230,40	Q 1 843,20
Costanera de 0,10*0,10*4,62 m <sup>3</sup>	30 unidades	Q 295,68	Q 8 870,40
Vigas 4*0,10*0,10 m3	4 unidades	Q 256,00	Q 1 024,00
Lámina de aluminio de 10 ' por 3 '	66 unidades	Q 80,00	Q 5 280,00
Pared de ladrillo refractario	42,13 m <sup>2</sup>	Q 480,00	Q 20 222,40
Malla ciclónica	39,34 m <sup>2</sup>	Q 624,00	Q 24 548,16
Pintura amarilla antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura roja antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Pintura negra antideslizante	1 cubeta	Q 230,00	Q 230,00
Sub-total			Q 81 618,96

Fuente: elaboración propia.

El equipo y maquinaria necesaria para la implementación de la ampliación se enfocan básicamente al área de elaboración de tablas y al de la carbonera.

La descripción de este equipo y su precio quedan establecidos en la siguiente tabla.

Tabla XXVII. **Presupuesto de maquinaria y equipo para ampliación**

<b>Equipo / maquinaria</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
Canteadora industrial	Canteadora de 8 ´´, marca Powerfull Marchinery, modelo JT-008-MN, motor de 1 ½ HP de fuerza, 110/120 V, de 8´´ de ancho x 66 ´´ de largo.	Q 8 040,00
Cepilladora industrial	Marca Powerfull Marchinery, modelo WP-0020NM, motor de 5 HP de fuerza, 220 V, de 20´´ de ancho x 8 ´´ de altura.	Q 15 950,00
Sierra engletadora	Marca DeWalt modelo DW-411, color amarillo.	Q 4 642,82
Horno de carbón tipo holandés	Horno de ladrillo refractario de 4 m de diámetro y 1.85 m de alto.	Q 29 376,20
Sub-total		Q 58 009,02

Fuente: elaboración propia.

Para estimar el costo de mano de obra del proyecto se considera que el 60 % del costo de insumos necesarios para la construcción de la ampliación corresponden a la mano de obra.

$$\text{Costo mano de obra} = (81\ 618,96 + 64\ 459,52 + 27\ 699,60 + 111\ 480,68) * 0,60$$

$$\text{Costo mano de obra} = \text{Q } 171\ 155,26$$

El costo de puesta en marcha, considera las instalaciones necesarias para arrancar las maquinarias y se considera el 25 % del costo de la maquinaria quedando de la siguiente forma.

$$\text{Costo puesta en marcha} = (58\ 009,02) * 0,25$$

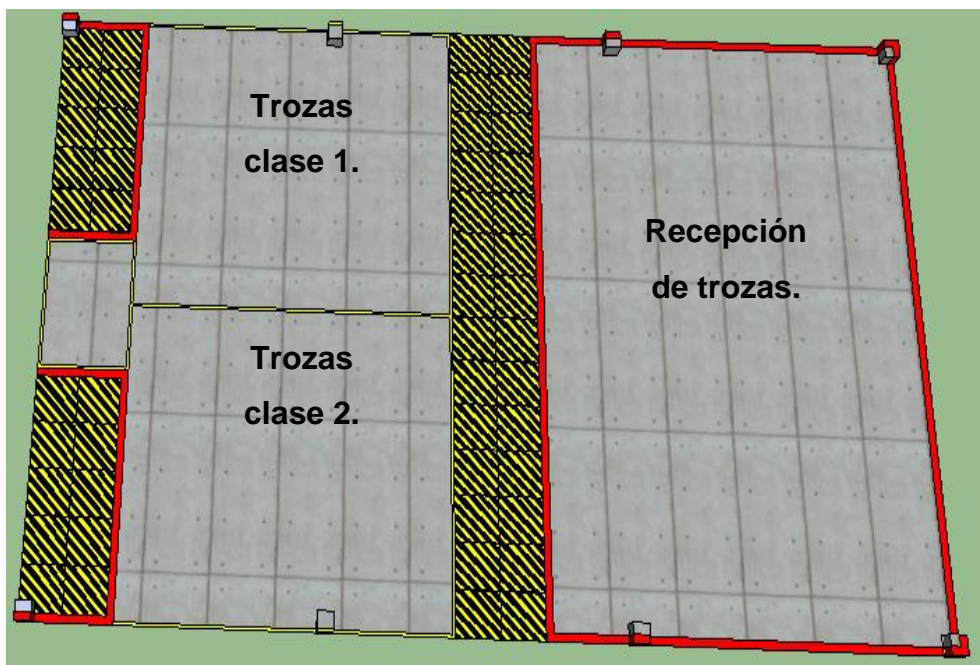
Costo puesta en marcha = Q 14 502,26

Al sumar todos los rubros del proyecto de ampliación el costo estimado del proyecto asciende a Q 528 925,30.

### 2.6.3. Vistas panorámicas del área propuesta

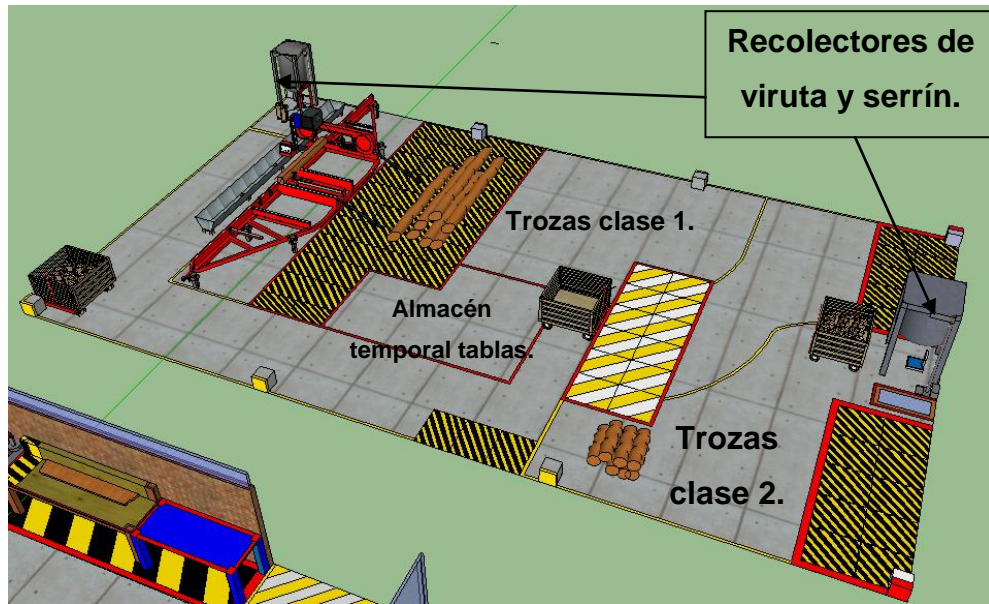
Para facilitar la ejemplificación del diseño propuesto se presenta las siguientes figuras que proyectan una estimación final del proyecto en tres dimensiones.

Figura 25. **Vista panorámica propuesta para patio de trozas**



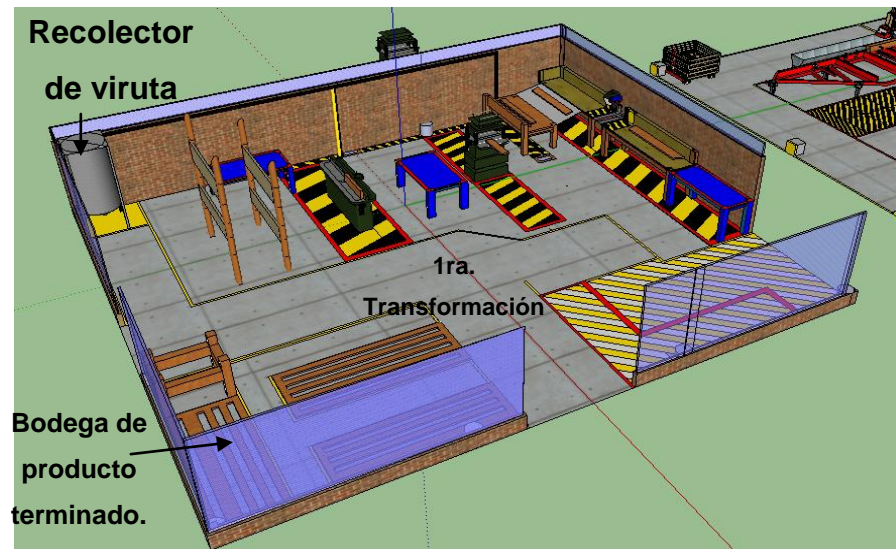
Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Figura 26. **Vista panorámica propuesta para Wood Mizer**



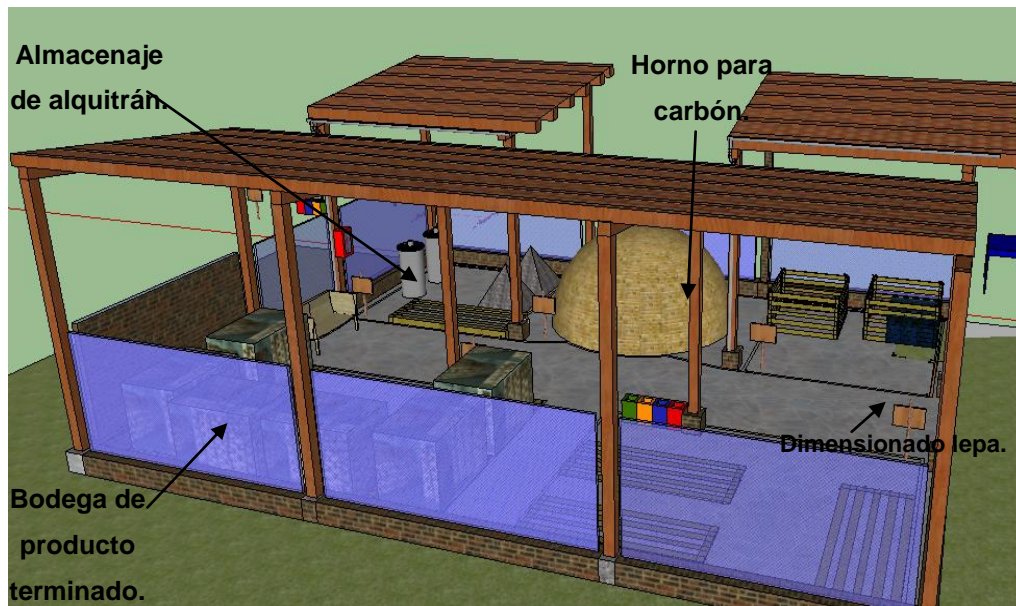
Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ©.

Figura 27. **Vista panorámica propuesta para elaboración de tablas**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ©.

Figura 28. **Vista panorámica propuesta para carbonera**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

## 2.7. **Costos de implementación de la propuesta**

El costo de implementación de la propuesta se define para este documento, la cantidad de recursos expresados en dinero que son necesarios para presentar la documentación necesaria y la asesoría correspondiente para poder implementar el proyecto propuesto.

Para este caso, corresponden a los manuales de calidad y salud y seguridad en el trabajo, también incluye el modelo de gestión de mejora continua y el proyecto de ampliación del aserradero. Para facilitar la tabulación de los costos se presenta la siguiente tabla.

Tabla XXVIII. **Presupuesto de implementación de la propuesta**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo total</b>
<b>Humano</b>	Profesional	1	Q250,00/hora	500 h	Q 125 000,00
	Asesor	1	Q400,00/hora	30 h	Q 12 000,00
	Revisor	1	Q200,00/hora	30 h	Q 6 000,00
<b>Sub total</b>					<b>Q 143 400, 00</b>
<b>Material /Físico</b>	Transporte	1	Q35,00/gal	150 gal	Q 5 250,00
	Resma Papel	9	Q 40,00		Q 360,00
	Impresión /Tinta	2 500	Q 0,15		Q 375,00
	Computadora	1	Q 4 500,00		Q 4 500,00
	Software		Q 3 000,00		
	Servicio de internet	1	Q 190, 00 / mes	6 mes	Q 1 140,00
	Equipo de oficina	1 set	500,00		Q 500,00
<b>Sub total</b>					<b>Q 12 125,00</b>
Costo total de implementación					<b>Q 155 525,00</b>
<b>Costo de infraestructura</b>					<b>Q 528 925,30</b>
Costo total					<b>Q 684 450,30</b>

Fuente: elaboración propia.





### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Propuesta de sistema de recolección de serrín**

La falta de recolección de serrín producido durante el proceso productivo estimula el desorden y la acumulación de polvos son peligros que pueden llegar a representar riesgos de salud para los colaboradores que realicen sus actividades cotidianas.

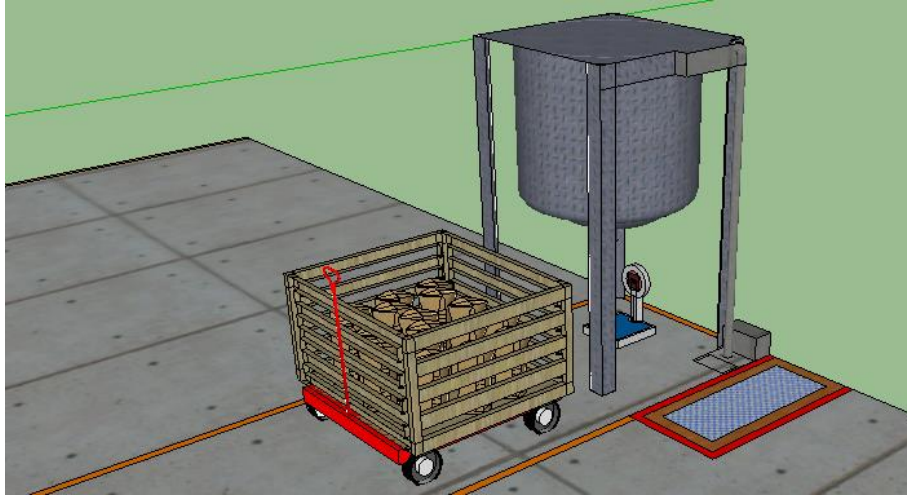
En la propuesta de ampliación del aserradero se plantea tres nuevas áreas de trabajo y un reacomodo de la existente.

Dentro de las galeras de Wood Mizer y elaboración de tablas, por los procesos productivos que se llevan a cabo dentro de ellas, necesitan de un sistema de recolección de viruta y serrín eficiente que asegure la salud y seguridad en el trabajo.

Para ello se propone lo siguiente.

- a) Galera para Wood Mizer. La recolección de serrín a partir del troceado de las trozas clase 2 toma en cuenta el siguiente diseño de puesto de trabajo.

Figura 29. **Sistema de recolección de serrín en sección de trozas para motosierra**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Como lo muestra la figura, el sistema de recolección consiste en una cuneta de sección rectangular y pendiente de 1 % cubierta con rejilla de metal y marco de madera, que a su vez está unida a una tolva de metal por medio de una tubería.

Por lo tanto, se debe de empujar el serrín hacia la cuneta con la ayuda de escobas y palas. El procedimiento se encuentra desarrollado a continuación.

- b) Con la ayuda de escobas y palas limpias, remover todo el serrín proveniente de la trozas cortadas.
- c) Empujar el serrín hacia la rejilla, teniendo cuidado de no introducir objetos extraños dentro de la cuneta.

- d) Llenar costales de acuerdo a los requisitos del cliente, los cuales están documentados en el formato de registro RE-SIG-CA-F4TN correspondiente a la petición.
- e) Codificar costal.

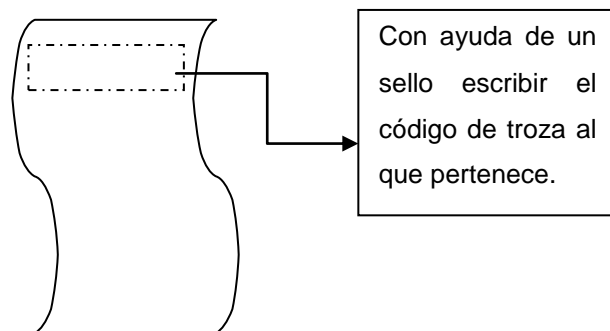
Para cumplir con la codificación del costal esta actividad se debe escribir con la ayuda de un sello el registro de identificación. A manera de ejemplo se presenta la siguiente guía para codificar costal.

Suponiendo que tiene una troza registrada con la siguiente identificación.

**1B.220-12(1)**

Ahora escribir el código en la parte superior del costal. Para ello copiar la sección seguida del punto y descartar el resto. Para este caso solo tomar en cuenta " 220-12(1) " y el " 1B " se descarta. Utilizar como guía la siguiente figura en la selección del punto de codificación.

Figura 30. **Codificación de costales de serrín**

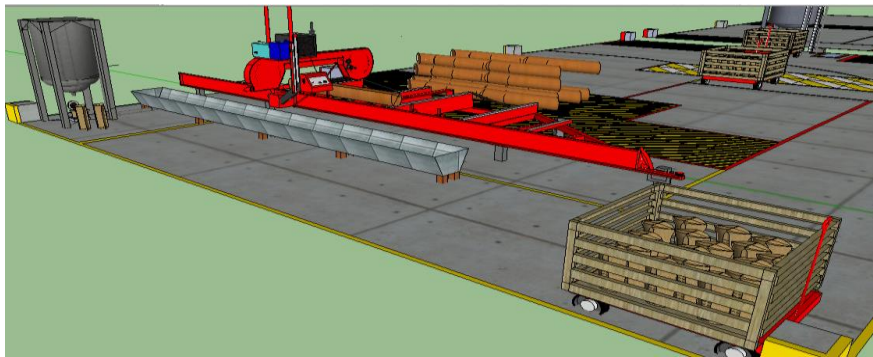


Fuente: elaboración propia.

El siguiente procedimiento que corresponde a esta sección es el sistema de recolección de mermas del proceso de aserrado con la Wood Mizer.

Para describir la metodología utilizada en este procedimiento es conveniente ilustrar el sistema con la ayuda de la siguiente figura.

Figura 31. **Sistema de recolección de serrín para el aserradero portátil Wood Mizer**

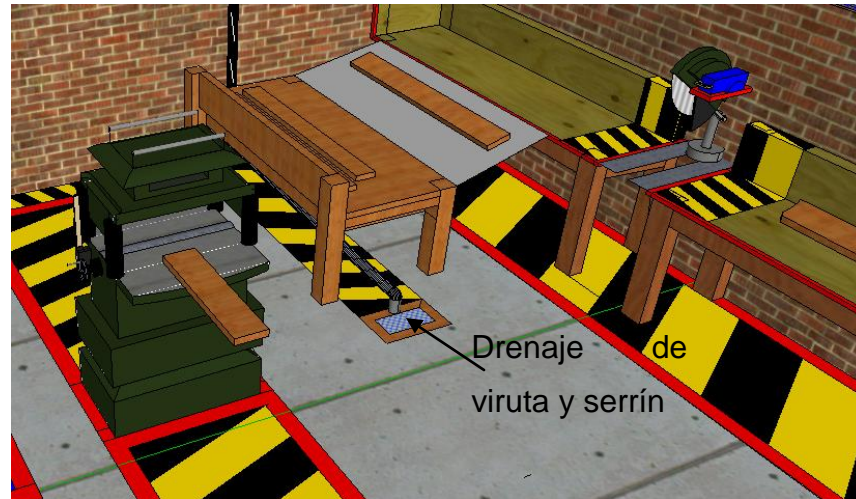


Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8.

Como lo muestra la figura anterior, el sistema de recolección consiste en un canal de aluminio unido a una tolva por medio de una tubería conectada a un motor. El canal se encuentra distribuido a lo largo y en paralelo del drenaje de serrín que es propio del aserradero portátil.

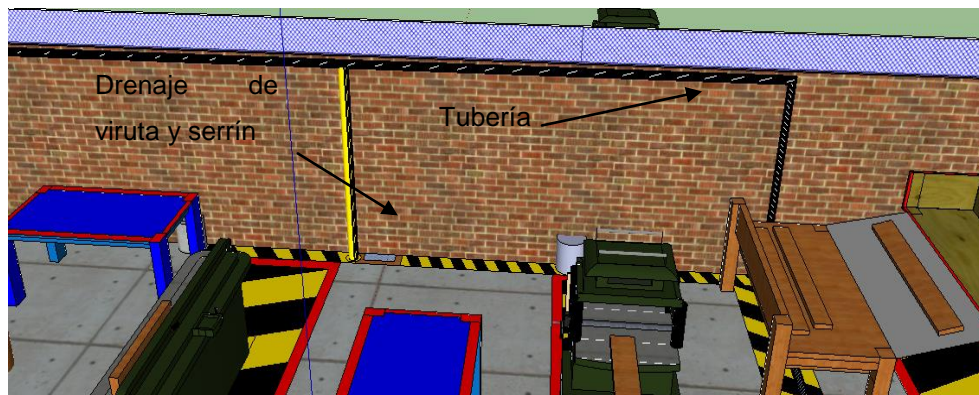
- Elaboración de tablas. Para la elaborar tablas se utiliza maquinaria que produce gran cantidad de virutas y serrín. El conjunto de figuras siguientes describen la propuesta de recolección de serrín en la galera de elaboración de tablas.

Figura 32. Sistema de recolección de serrín para despuntado y cepillado de tablas



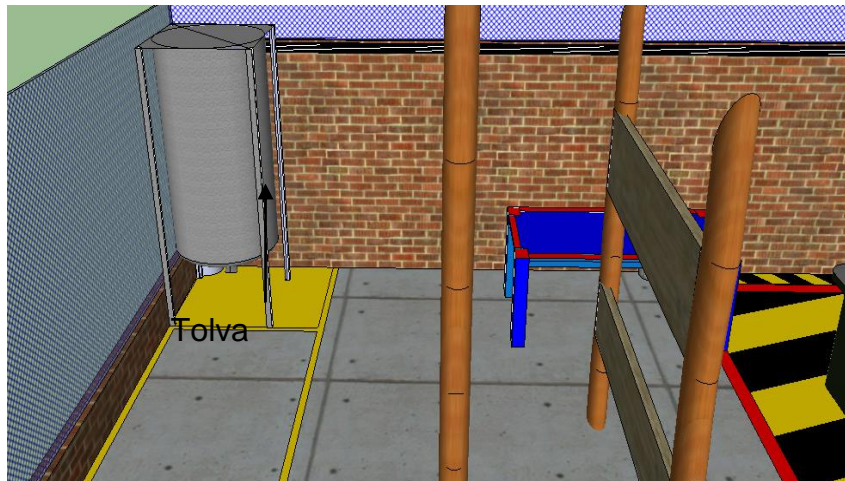
Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Figura 33. Sistema de recolección de serrín para canteado de tablas



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Figura 34. Tolva de serrín para galera de elaboración de tablas



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Como lo muestran las figuras anteriores, el drenaje de viruta y serrín para el despuntado, canteado y cepillado se encuentran localizadas en puntos de fácil drenaje y acceso. Pero a diferencia del sistema en la galera de Wood Mizer, la tolva de almacenamiento se encuentra en un lugar aparte de los drenajes, para así no entrometerse en el proceso productivo.

El procedimiento propuesto para realizar esta actividad se encuentra descrito a continuación.

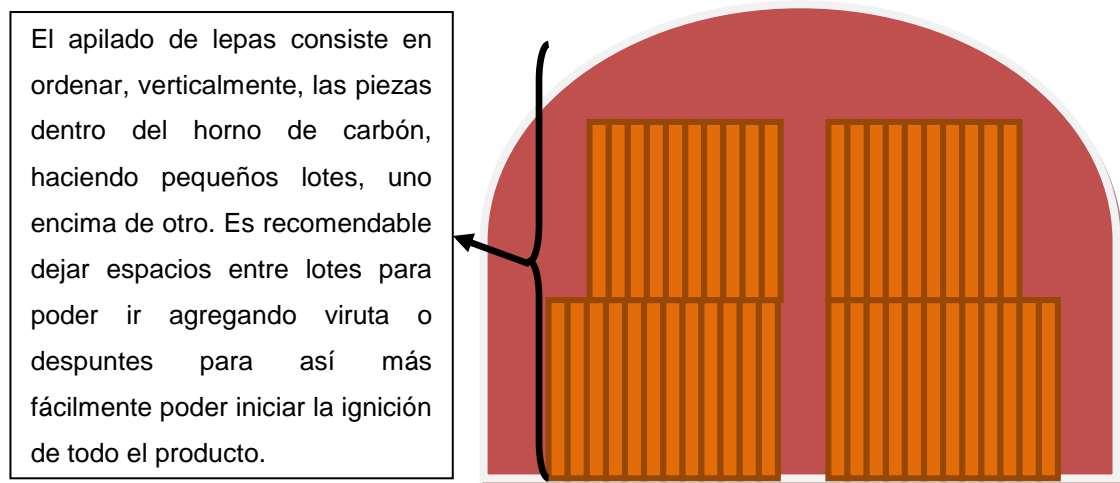
- a) Con la ayuda de escobas y palas limpias, remover todo el serrín proveniente de la trozas cortadas.
- b) Empujar el serrín hacia la rejilla, teniendo cuidado de no introducir objetos extraños dentro de la cuneta.

- c) Llenar costales de acuerdo a los requisitos del cliente, los cuales están documentados en el formato de registro RE-SIG-CA-F4TN correspondiente a la petición.
- d) Codificar costal.
- e) Rellenar registró RE-SIG-CA-F4T5.

### 3.1.1. Serrín en planta de carbón vegetal

El horno de la carbonera es un espacio físico donde se apila la lepa lista para ser combustionada. Para iniciar el proceso de ignición dentro del mismo, se requiere de un carburante de punto de ignición bajo. Por lo tanto, se recomienda utilizar serrín como carburante en el proceso. En la siguiente figura se describe con mayor propiedad lo enunciado.

Figura 35. **Apilado de lepas dentro del horno**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.



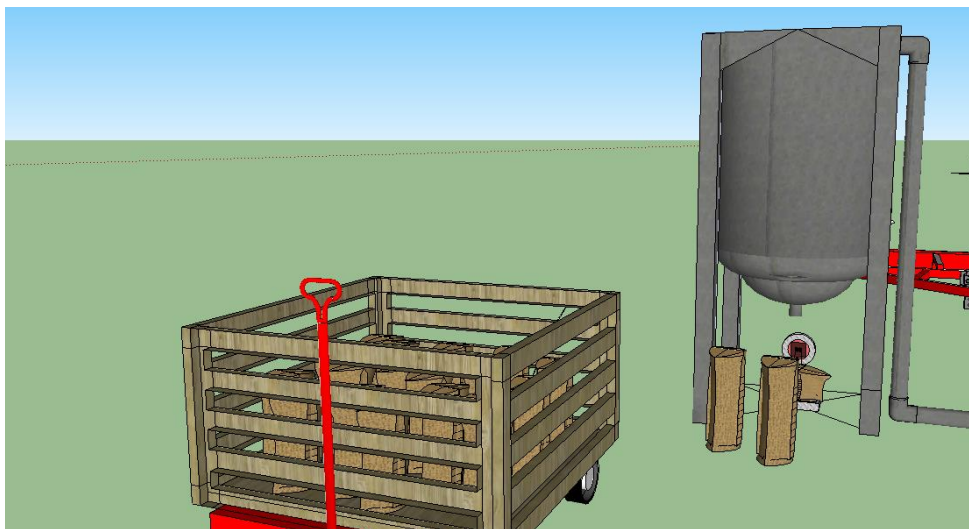
### 3.1.2. Serrín como producto para la venta

De acuerdo al inciso 5.7 del Mapro forestal la planificación de procesos de la subárea forestal y para satisfacer los objetivos de la calidad que están escritos en el inciso 5.8.3 del Mapro forestal.

- a) Llenado de costales de serrín. El procedimiento de llenado de los costales de serrín consiste en el empaque del producto con ayuda de una balanza analítica digital.

La figura siguiente complementa el enunciado.

Figura 36. Sistema para empaque de serrín



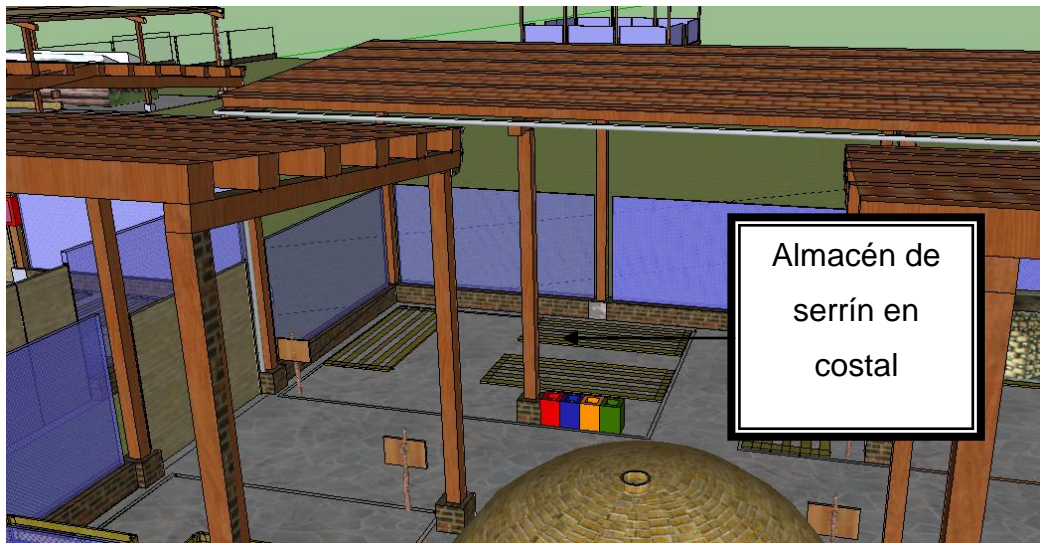
Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

El empaque de serrín consiste en el llenado por masa con ayuda de una balanza analítica que se coloca debajo de la tolva. Después es sellada y



colocado en un cajón que a su vez se encima en un *carry all* para luego ser transportado hacia el almacén dentro de la carbonera.

Figura 37. Almacén de empaque de serrín



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Para encontrar el costo estimado del costal de viruta se debe utilizar la siguiente ecuación.

$$C_{ca} = (\text{costo de materia prima}) \cdot (1 - \text{CDA}) + \text{Depreciación de maquinaria} + \text{Costo de mano de obra} + \text{Costo de insumos}$$

Donde:

$C_{ca}$  = Costo de producción de lote de costales de serrín

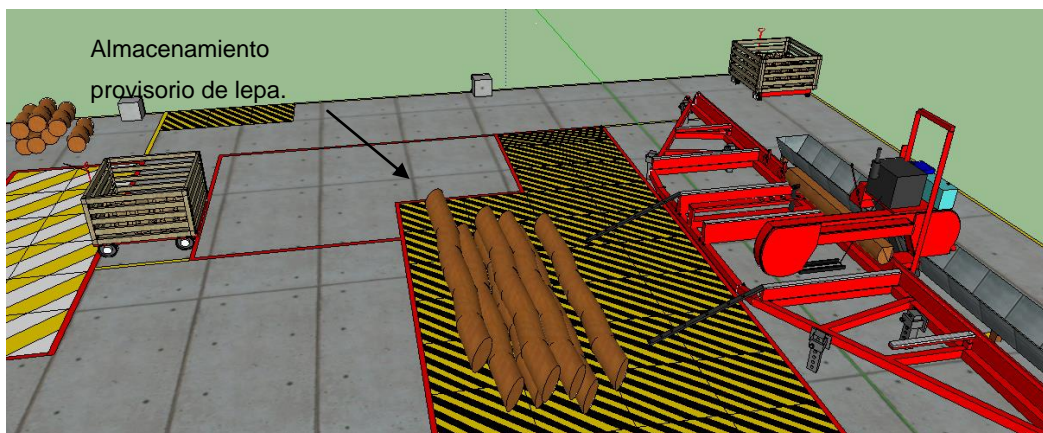
CDA = coeficiente de aserrío del lote

### 3.2. Diseño y propuesta de recolección, almacenamiento y procesamiento de lepa

Las lepas resultantes de este proceso se deben recolectar en el aserradero y colocarse en la sección destinada para ellas.

La sección está ilustrada en la figura siguiente.

Figura 38. Almacenamiento provisorio de lepa



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

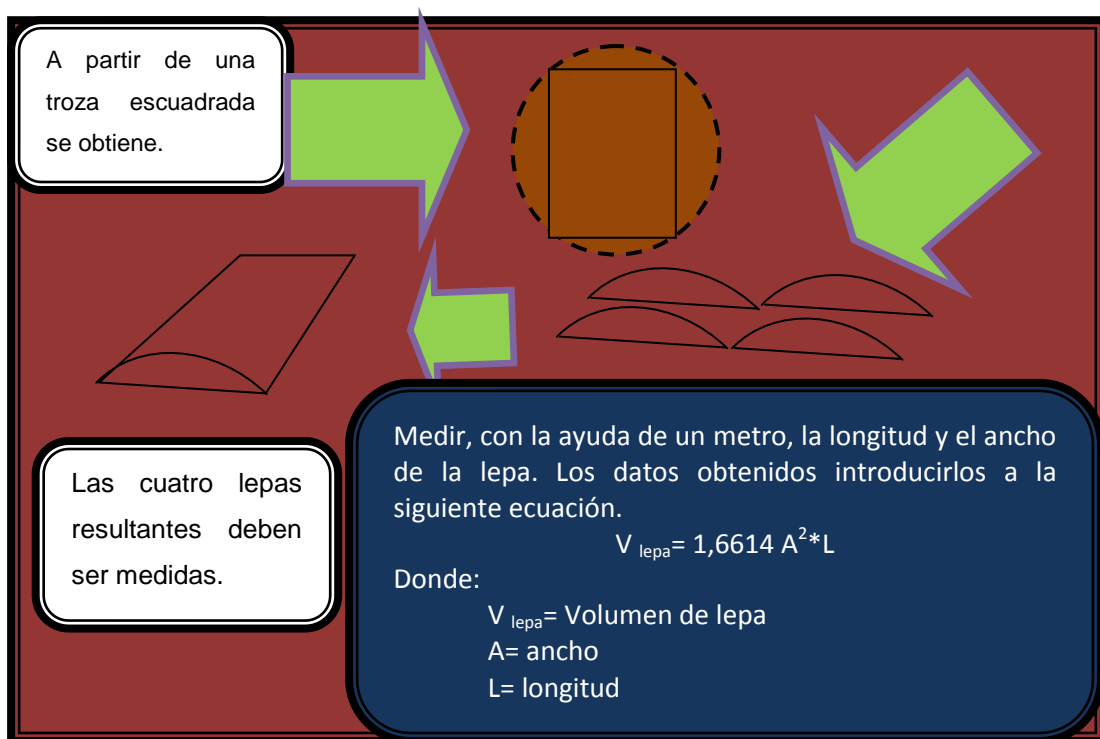
Como lo muestra la figura anterior el área destinada al almacenamiento provisorio de lepas es la sección delimitada por la línea roja. A la par se cuenta con un *carry all* con caja para transportar la lepa cuando esta abarque la sección que le corresponde.

Tomar en cuenta que esta sección también está destinada para el almacenamiento provisorio de tablas recién cortadas.

A partir de la última figura se puede interpretar la necesidad de establecer un procedimiento que describa la metodología requerida para cumplir con el proceso de recolección de lepas. El procedimiento se describe a continuación.

- a) Colocar las lepas en forma ordenada dentro de la sección correspondiente.
- b) Medir la altura y el ancho de las lepas resultantes. Tomar como la siguiente V.
- c) Rellenar el registro de formato RE-SIG-CA-T4F7.

Figura 39. **Medición de lepas**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1. Elevaciones y secciones típicas de la galera de carbón vegetal

El diseño de la galera para la elaboración de carbón vegetal se contempla también en la sección de propuesta de ampliación del aserradero de este documento. Dentro de este inciso se describe las partes y su funcionalidad dentro de la carbonera. Esto se hace con la ayuda de la siguiente tabla.

Tabla XIX. Descripción de carbonera

<b>Sección</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Descripción</b>
Horno	Horno holandés de ladrillos refractarios de 4 m de diámetro y 1,85 m de altura	Horno tipo holandés con capacidad para 1 m <sup>3</sup> de lepas
Preparación de lepas	Espacio físico de 3,60 m de largo por 3,25 m de ancho complementada con dos cajones de madera de 1,30 * 1,30 * 0,75 m	Dimensionado de lepas de acuerdo a las especificaciones del cliente con la ayuda de una motosierra y medición del contenido de humedad
Almacén de alquitrán	Espacio físico de 3,85 m de ancho por 3,60 m de largo, complementado con dos toneles de 1 m de alto y 0,55 m de diámetro y abertura de ventilación en el centro	Espacio destinado al empacado del carbón vegetal obtenido del horno y almacenaje de alquitrán en toneles de metal previamente sellados
Almacén de carbón vegetal	Espacio físico 6,61 m de largo por 5,10 m de ancho complementado con 6 estantes de madera	Espacio físico destinado al almacenaje ordenado y sistemático de costales de carbón vegetal

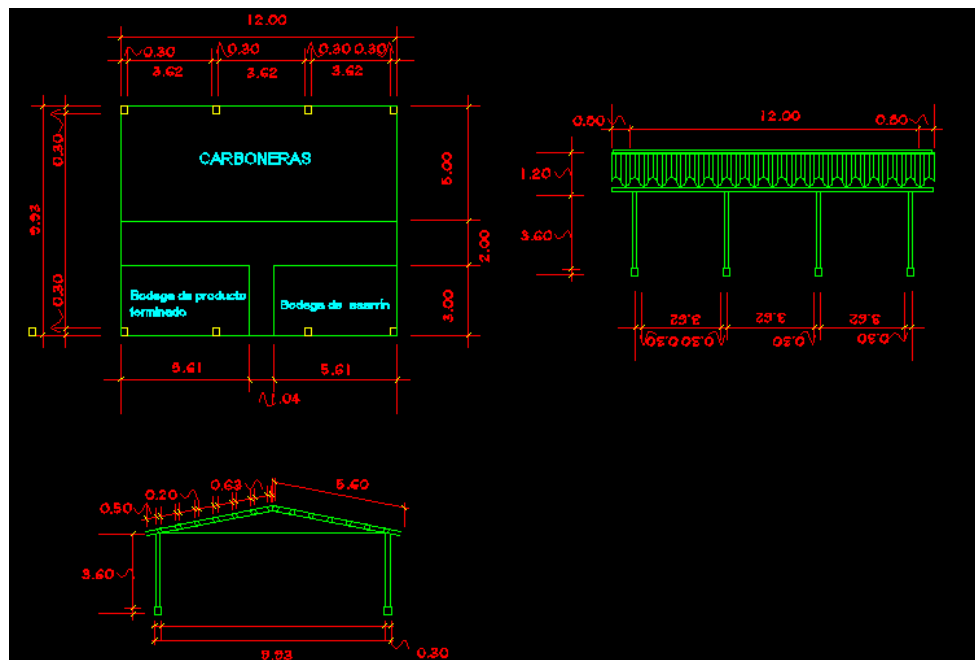
Continuación de la tabla XIX.

Sección	Especificaciones	Descripción
Almacén de serrín para venta y uso interno.	3,56 m de largo por 3,71 m de ancho complementado con 6 estantes de madera	Espacio físico destinado al almacenaje ordenado y sistemático de costales de costales de serrín

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla anterior se desarrolla un plano de la carbonera.

Figura 40. **Planta de la propuesta para carbonera**



Fuente: elaboración propia, con AUTOCAD 2013 ®.

### 3.2.2. Propuesta de implementación e utilización de carbonera para producción de carbón vegetal

Para la implementación de la carbonera se debe seguir la siguiente metodología, que se basa en el sistema de Deming.

Tabla XXX. **Propuesta para la implementación de carbonera para producción de carbón vegetal**

Flujo	Tarea	Herramientas empleadas	Observaciones
<b>PLAN</b>			
①	Diagnóstico de la situación actual	Directrices generales del área de trabajo (calidad, rendimiento, seguridad y moral)	En esta etapa inicial se determinan los recursos con los que se cuenta; la conveniencia de contratar un asesor externo, desarrollar personal internamente o ambos; detectar la interferencia de algún proyecto; detectar el compromiso del personal.
②	Definición de metas	Plan estratégico 2005-2020 y plan quinquenal subárea forestal	Las metas deben ser planteadas por la alta dirección de la subárea forestal, la cual debe de encaminarse al cumplimiento de los objetivos trazados en el plan estratégico y el plan quinquenal.
③	Determinación de los métodos para alcanzar las metas	Discusiones con el grupo involucrado donde se defina las 5W1H	En esta etapa se debe hacer conciencia en todos los niveles de la importancia de iniciar el proyecto. La alta dirección de la organización debe de estar comprometido, de lo contrario el proyecto quedará solo en buenas intenciones.

Continuación de la tabla XXX.

Flujo	Tarea	Herramientas empleadas	Observaciones
<b>DO</b>			
④	Enseñar y capacitar	Divulgación del plan a todos. Reuniones participativas Técnicas de entrenamiento.	Verificar cuál de todas las acciones necesita de la activa cooperación de todos. Presentar las tareas claras y la razón de su ejecución. Certificar que todos entienden su parte.
⑤	Ejecutar el trabajo	Plan y cronograma	Durante la ejecución verificar físicamente y en el local en que las acciones y los resultados están siendo efectuados. Todas las acciones y los resultados buenos y malos deben ser registrados con ayuda a los formatos de registro establecidos en el MAPRO forestal.
<b>CHECK</b>			
⑥	Comparación de resultados	Gráficos de Pareto, cartas de control e histogramas.	Se deben utilizar los datos recolectados antes y después de la acción de bloqueo para verificar la efectividad de la acción y el grado de reducción de los resultados indeseados.
⑦	Listado de los efectos secundarios		Verificar las alteraciones positivas y negativas de la ejecución del proyecto.
⑧	Verificación del modelo		¿Es efectiva la metodología utilizada para el proceso? ¿Necesita mejoras o cambios?

Continuación de la tabla XXX.

Flujo	Tarea	Herramientas empleadas	Observaciones
<b>STANDARIZATION</b>			
9	Elaboración o alteración del estándar	Establecer el 5W1H	Aclarar el estándar quién, qué, cuándo, dónde, cómo y por qué.
10	Comunicación		A través de las vías de comunicación establecidas en el MAPRO forestal comunicar el método.
11	Educación y entrenamiento	Reuniones y charlas. Instructivo del MAPRO forestal. Entrenamiento en el trabajo.	Garantice el método. Ejecute el entrenamiento en el trabajo.
12	Seguimiento de la utilización del estándar	Sistema de verificación del ancho del estándar.	Evite que un problema resuelto reaparezca debido a la generación del cumplimiento de los estándares.

Fuente: Falconi Campos, Vicente. *Gestión de la rutina del trabajo cotidiano*. p. 182-223.

La propuesta de la utilización de la carbonera que se sugiere se encuentra establecida dentro del MAPRO forestal y a continuación se presenta un resumen del mismo.



Tabla XXXI. Información general de almacén de carbón vegetal

<b>Área perteneciente:</b> Carpintería: <input type="radio"/> Aserradero: <input checked="" type="radio"/> Apro. Forestal: <input type="radio"/> Viveros: <input type="radio"/>			
<b>Nombre del responsable:</b>			
<b>Identificación:</b>		<b>Puesto:</b> Supervisor de la actividad.	
<b>Proceso:</b> Almacenaje de carbón vegetal.			
<b>Objetivo (s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenar carbón vegetal resultante del proceso llevado en la carbonera.</li> </ul>			
<b>Alcance</b> Almacenar y conservar en buenas condiciones, el carbón vegetal empacado de acuerdo a las especificaciones previamente establecidas por el cliente en un registro RE-SIG-CA-F4TN, hasta su venta o reutilización dentro del área.			
<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Recurso</b>	<b>Recurso</b>
Carbón vegetal empacado	Carbón vegetal empacado	Guantes, overol, lentes industriales, zapatos industriales.	Operarios. Supervisor de la actividad.

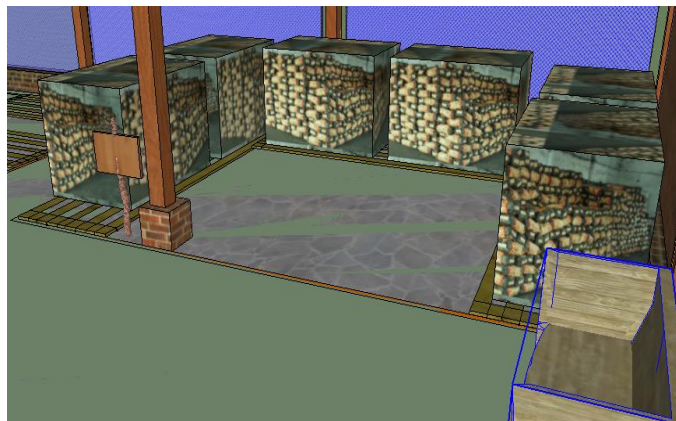
Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla anterior, se extrae el procedimiento de almacenaje de carbón vegetal, el cual se escribe a continuación.

- a) Colocar en cada una de las secciones y separando de forma sistemática cada lote de producción.

Al entregar el pedio de un lote, a cliente interno como externo, se solicita la aceptación del registro RE-SIG-CA-F4TN y se rellena el formato de registro RE-SIG-CA-F4TM, los cuales se encuentran desarrollados en este documento en la sección de planificación de procesos.

Figura 41. **Bodega de carbón vegetal**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8.

Tabla XXXII. **Información general de carbonización de lepa**

<b>Área perteneciente:</b>	
Carpintería: <input type="radio"/>	Aserradero: <input checked="" type="radio"/> Apro. Forestal: <input type="radio"/> Viveros: <input type="radio"/>
<b>Nombre del responsable:</b>	
<b>Identificación:</b>	<b>Puesto:</b> Supervisor de la actividad.
<b>Proceso:</b> Carbonización de lepa.	
<b>Objetivo (s):</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar las lepas a las dimensiones convenientes</li> <li>• Carbonizar lepas para obtener carbón vegetal</li> <li>• Empacar carbón vegetal de acuerdo a las especificaciones del cliente</li> <li>• Almacenar alquitrán procedente de la exudación de la lepa durante su carbonización</li> </ul>	

Continuación de la tabla XXXII.

<b>Alcance</b>			
Dimensionar lepas procedentes del aserradero y carbonizarlas para obtener carbón vegetal y alquitrán, que posteriormente serán empacadas de acuerdo a las especificaciones del cliente registradas en RE-SIG-CA-T4FN y almacenaje correctamente.			
<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Recurso material</b>	<b>Recurso</b>
Lepa, Serrín, Despunte	Carbón vegetal empacado. Alquitrán.	Guantes, overol, lentes industriales, zapatos industriales. Horno. Cerillos. Empaques. Registro RE-SIG-CA- T4F9, lapicero.	Operarios.  Supervisor de la actividad.

Fuente: elaboración propia.

Como lo escribe la tabla anterior, la sección de trabajo corresponde a la carbonera, la cual a su vez se subdivide en tres estaciones.

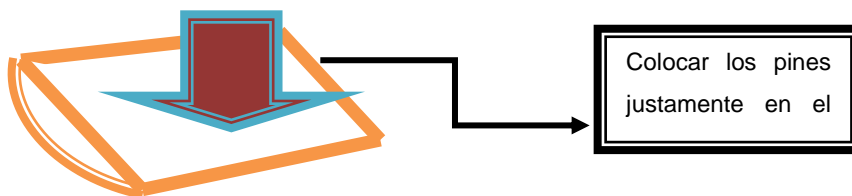
La primera corresponde al dimensionado de lepas para carbón. La segunda es la dedicada al horno holandés. La tercera es el empaque de carbón vegetal y almacenaje de alquitrán.

En el dimensionado y carbonización de lepas se utiliza la siguiente metodología.

- a) Colocar las lepas procedentes de los carruajes en el piso de la sección.

- b) Ordenar las lepas de acuerdo al lote al que pertenecen.
- c) Con la ayuda de una motosierra dimensionar las lepas a la misma altura y ancho. Alturas no mayores a 30 cm.
- Revisar el nivel de aceite y el tanque de gasolina
  - Colocar la motosierra en pre arranque
  - Arrancar la motosierra y quitar el seguro de giro de la motosierra
  - Aserrar
- d) Con la ayuda de un xilómetro, medir el contenido de humedad de las piezas.
- Encender el aparato
  - Calibrar la medida del contenido de humedad
  - Colocar los pines justamente en el centro de la cara de la lepa
  - Tomar como guía la siguiente figura

Figura 42. **Posición del xilómetro**

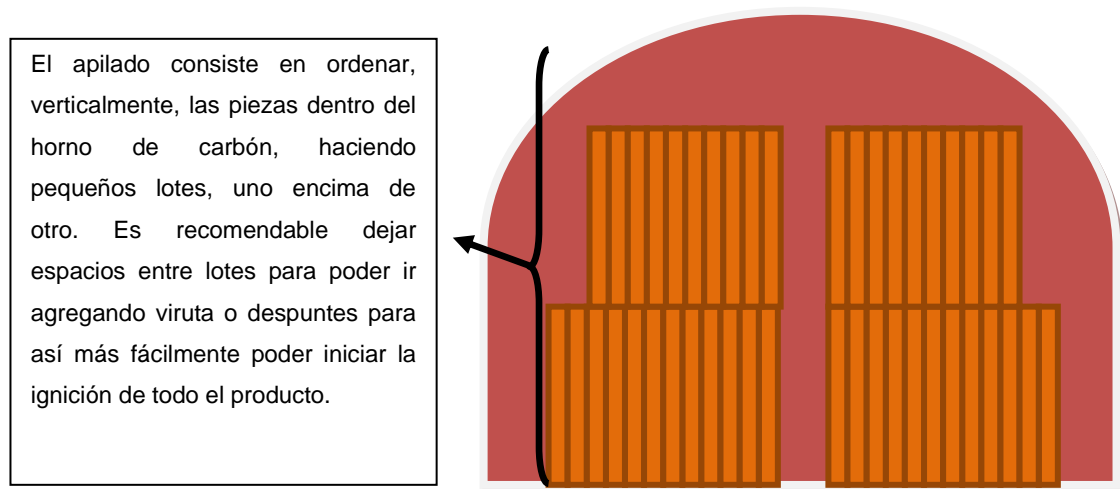


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

Si el resultado arrojado por la máquina es mayor del 8 % apolinar las lepas y esperar hasta que el contenido de humedad sea el deseado.

- e) Apilar verticalmente lotes de lepas dentro del horno. Tomar como guía la siguiente figura.

Figura 43. **Apilado de lepas dentro del horno**

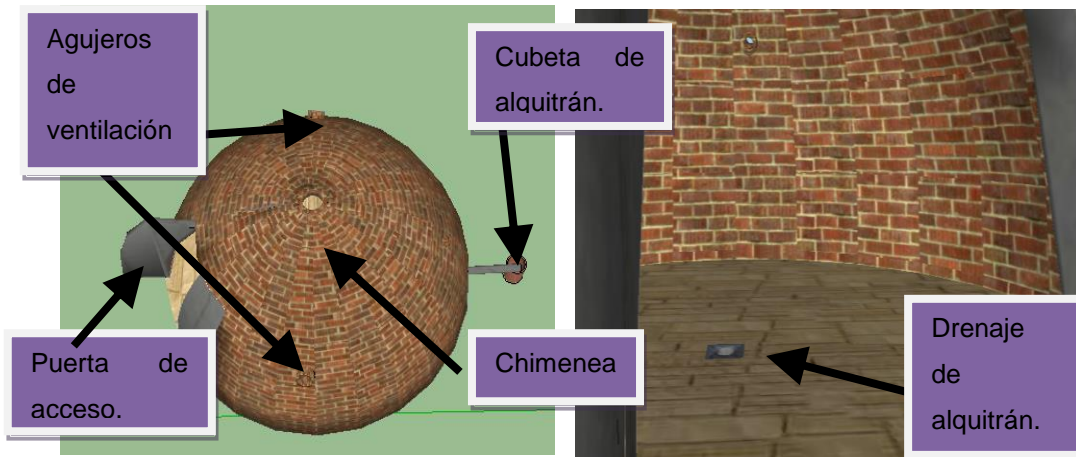


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word ®.

- f) Iniciar la ignición dentro del horno y esperar que la temperatura alcance por lo menos 320 °C.
- g) Con la ayuda de un termómetro y mediante el cierre de los agujeros de ventilación, si se desea bajar temperatura o mediante la apertura de los agujeros de ventilación si se desea subir la temperatura.

Utilizar como guía la siguiente figura.

Figura 44. Partes de la carbonera



Fuente: elaboración propia con SKETCH UP 8®.

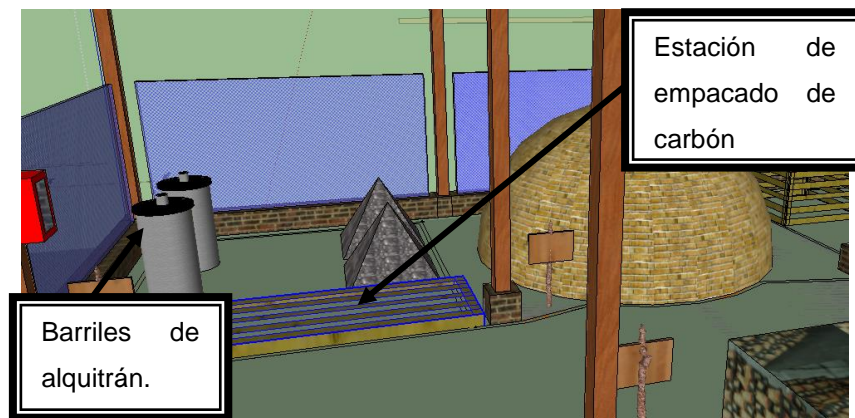
- h) Mantener la temperatura en  $320\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta que el humo que sale de la chimenea del horno sea de color azul.
- i) Cerrar todos los agujeros de ventilación y cerrar la puerta de acceso del horno.
- j) Obtener el alquitrán del lote.
- k) Dejar enfriar el horno por 72 horas.
- l) Sacar el carbón vegetal del horno y transportarlo hacia la estación de empaque.
- m) Limpiar el horno con ayuda de escobas, no usar agua.

En el último procedimiento de esta sección corresponde a la estación de trabajo de empacado de carbón vegetal y el almacenaje de alquitrán.

Para el almacenaje de alquitrán, se utiliza la siguiente metodología.

- a) Depositar la sustancia en barriles sellados con un orificio que permita su respiración.
- b) Transportar los barriles sellados hacia un lugar que este fuera del alcance del fuego y que posea buena ventilación.

Figura 45. **Estación de empacado de carbón vegetal y almacenaje de barriles con alquitrán**



Fuente: elaboración propia con SKETCH UP 8 ®.

- c) Esperar un período de entre 6 a 12 meses y abrir el barril.
- d) Separar el fluido del agua ácida. Neutralizar el agua ácida con NaOH y drenarla.

Para llevar a cabo el empaqueo de carbón se utiliza la siguiente metodología.

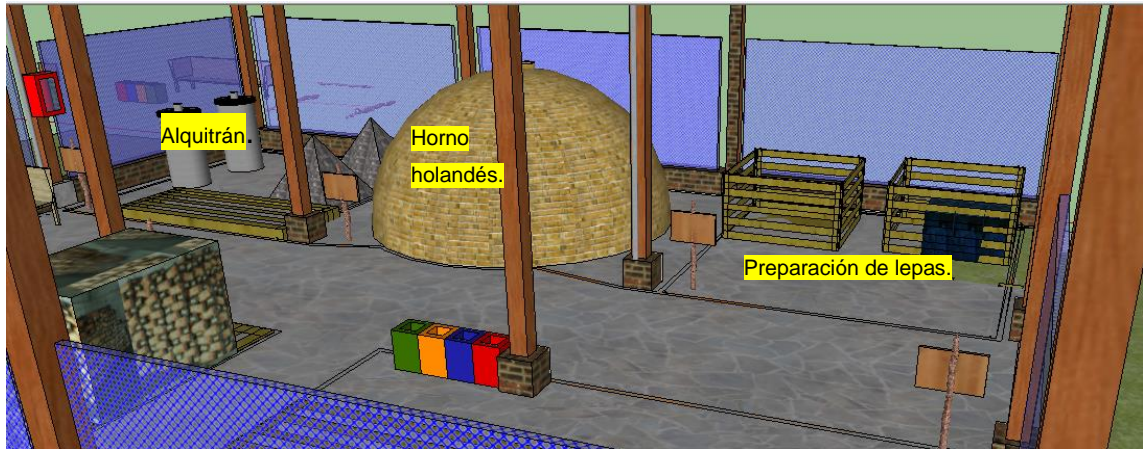
- a) Colocar bolsas encima de la tarima de la estación.
- b) Coger una bolsa y colocarla encima de la balanza.
- c) Tarar la balanza.
- d) Con ayuda de una pala, llenar la bolsa de acuerdo a las especificaciones del cliente.
- e) Sellar la bolsa.
- f) Repetir incisos b) a la e) de esta sección hasta terminar con el lote o con cumplir con el tamaño del lote solicitado por el cliente.
- g) Rellenar el formato de registro RE-SIG-F4T4.
- h) Transportar el lote al almacén de producto terminado del área.

### **3.2.3. Vistas panorámicas de galera del carbón vegetal**

A continuación se describen dos figuras que desarrollan la propuesta de diseño para la galera de carbón vegetal.

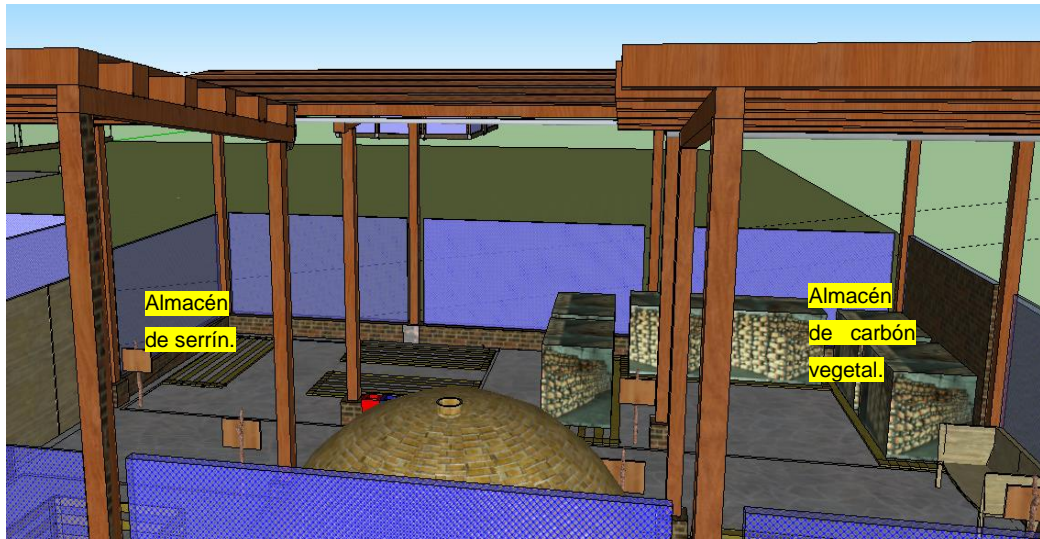


Figura 46. **Panorámica de carbonera I**



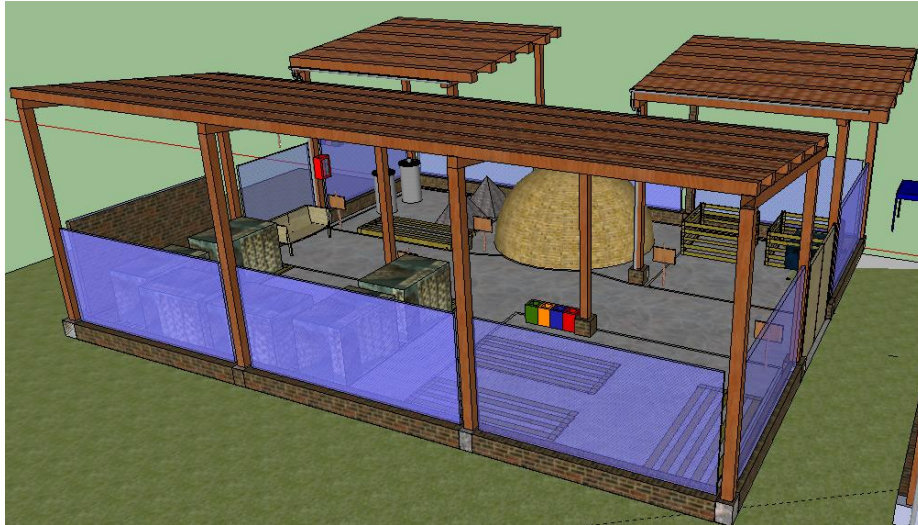
Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Figura 47. **Panorámica de carbonera II**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

Figura 48. **Panorámica de carbonera III**



Fuente: elaboración propia, con SKETCH UP 8 ®.

### **3.3. Sistema de recolección de mermas para el área del aserradero**

Durante el proceso productivo de madera se infiere en mermas que pueden ser reprocesadas con fin de obtener un valor agregado de parte de ellas. A continuación se presenta una propuesta de utilización de lepa.

#### **3.3.1. Lepa como fuente de alquitrán**

La lepa durante su combustión en el proceso de elaboración de carbón vegetal, debido a su composición química y las alturas altas a las que llega a estar el horno, provocan una pirolisis de la lignina, hemicelulosa y la celulosa propias de las características de la especie, que en este caso es pinnus. Esta degradación de enlaces provoca la exudación volátil y líquida de compuestos químicos, entre ellos el alquitrán.

En la propuesta de investigación se sugiere utilizar la lepa como fuente de alquitrán que es un producto utilizado en la industria farmacéutica. La metodología para la obtención de alquitrán se describe paso a paso en la sección 3.2.2. de este documento.

### 3.3.2. Lepa como materia prima para la obtención de carbón

La lepa conjuntamente con el serrín representan el 60,2 % de una troza, por lo que su reutilización o la obtención de productos a través de ellos se hace prácticamente necesario.

La propuesta de elaboración de carbón vegetal estipula un contenido de humedad del 8 % en las muestras y el proceso productivo se describe con ayuda al instructivo de uso de la galera de la carbonera desarrollada, dentro del MAPRO forestal y resumidas en este documento en la sección 3.2.2.

### 3.4. Costos de inversión para la implementación de la propuesta

A continuación se presenta una estimación del costo de puesta en marcha del método para la propuesta de investigación.

Tabla XXXII. Costo de implementación de la fase de investigación

Fase de investigación					
<b>Humano</b>	Profesional	1	Q250,00/hora	300 h	Q 75 000,00
	Asesor	1	Q400,00/hora	30 h	Q 12 000,00
	Revisor	1	Q200,00/hora	30 h	Q 6 000,00
<b>Sub Total</b>					<b>Q 93 000,00</b>
<b>Material /Físico</b>	Transporte	1	Q35,00/gal	150 gal	Q 5 250,00
	Resma Papel	9	Q 40,00		Q 360,00

Continuación de la tabla XXXII.

	Impresión /Tinta	2 500	Q 0,15		Q 375,00
	Computadora	1	Q 4 500,00		Q 4 500,00
	Software		Q 3 000,00		
	Servicio de internet	1	Q 190,00 / mes	6 mes	Q 1 140,00
	Equipo de oficina	1 set	500,00		Q 500,00
Sub Total					Q 12 125,00
TOTAL					Q 105 125,00
Costo de infraestructura					Q 81 618,96
<b>Costo del proyecto</b>					<b>Q 186 743,96</b>

Fuente: elaboración propia.

## **4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

### **4.1. Antecedentes para la capacitación**

La planificación de la fase de capacitación debe centrar sus esfuerzos al desarrollo del compromiso de las partes interesadas para que a través de su dedicación, se desarrolle e implemente efectivamente la Norma ISO 9001.

La Norma ISO 9001:2008 requiere por parte del talento humano que busca acreditarse o que trabaja bajo esta modalidad, un compromiso inherente y significativo, una verdadera comprensión de su rol y el de la empresa para que ambos, conjuntamente puedan alcanzar sus metas.

Dentro del modelo de gestión de la mejora continua se contempla la creación del programa "hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos", el cual es un proyecto cuatrimestral que busca la concientización del personal, sobre el concepto mejora continua y que además que encaje bajo la competitividad requerida por el mercado y la situación actual de la institución.

Una campaña de concientización pública, como ésta, tendrá como resultado una mejor comprensión y cooperación de los entes involucrados. Por eso se debe capacitar a la alta dirección en la elaboración de este proyecto.

#### **4.1.1. Diagnóstico**

A partir de una lista de verificación basada en la Norma ISO 9001: 2008 se obtuvieron una serie de no conformidades.

Para fines de la capacitación, se reducen a dos no conformidades, que son:

- La institución necesita un sistema de metodología que asegure la operación y que mantenga un control eficaz.
- La institución necesita un sistema de gestión de registros que audite una mejora continua y mejora del producto. Del mismo modo un sistema de actividades de metrología del equipo disponible.

Para poder corregir esta problemática, se hace factible implementar como estrategia de concientización el proyecto de la implementación del programa de “hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos”.

#### **4.1.2. Planificación**

La planeación estratégica del programa de concientización se resume a continuación.

- a) Objetivo. Dar a conocer el modelo de gestión de mejora continua.
- b) Mercado objetivo. El programa de “hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos” se enfoca a los estudiantes y personal operativo que labora en las áreas de carpintería y aserradero que pertenecen a la subárea forestal.
- c) Responsabilidades y desarrollo. Definir las responsabilidades y desarrollos de dicho programa.

- Ejecutor. El comité de calidad tiene por obligación la implementación y el seguimiento del programa “hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos”.
  - Vías de comunicación. Los medios de comunicación utilizados para la campaña deben ser de carácter masivo y económico, las recomendaciones que se dan son carteles, panfletos y tablas de reconocimiento.
  - Mensaje de campaña. La campaña debe enfocar sus esfuerzos a la divulgación del programa de mejora continua, a través del mapa de comunicación interna desarrollada en el MAPRO forestal.
  - Duración. La duración del programa es de carácter cuatrimestral. La cual se dividirá en dos operaciones. Lanzamiento piloto y finalización.
- d) Metodología. La metodología de la campaña está dirigida a divulgar la mejora continua, con ayuda de las siguientes tácticas.
- Clases de redacción
  - Exposiciones de mejoras
  - Listas de consejos para efectuar mejoramientos
  - Reconocimiento informal y formal
  - Reuniones periódicas donde se den ejemplos concretos y reales

Todas las actividades deben remarcar la competitividad en el mercado y la situación actual de la institución, además para realizar de forma sistemática el desarrollo de esta capacitación se divide a la campaña en dos fases, la primera

describe la implementación y la segunda considera la forma de evaluar y controlar el avance del mismo.

La primera fase se describe en esta sección, mientras que la segunda fase lo hace en la fase de evaluación.

#### **4.1.2.1. Primera fase**

Para llegar al mercado objetivo se recomienda lanzar campañas de divulgación de la mejora continua. Se debe utilizar simultáneamente medios de comunicación, en este caso pueden ser los carteles y las reuniones periódicas.

El objetivo de esta fase es dar a conocer los conceptos fundamentales de la administración de la calidad y determinar los motivos y urgencias de un proceso de mejoramiento continuo.

Por lo tanto se deben usar las reuniones periódicas para divulgar los fundamentos de la administración de la calidad y los carteles para determinar los motivos y urgencias de un proceso de mejoramiento continuo.

- Reuniones periódicas. De acuerdo a la calendarización de las actividades se plantean 20 reuniones por cuatrimestre. La charla inicial debe llevar la siguiente metodología.



Tabla XXXIV. **Planificación charla inicial para capacitación**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>
Bienvenida	Encargado de la subárea forestal	5 minutos	Una charla motivacional donde se aliente al personal académico como operativo a involucrarse en el modelo de mejora continua, subrayando la importancia que es para la alta dirección el compromiso de toda la subárea forestal. También se debe subrayar los beneficios y oportunidades que brinda el sistema de gestión de mejora continua.
Misión, visión y objetivos del modelo	Encargado de la exposición	3 minutos.	Enumerar y explicar la misión, visión y los objetivos del modelo de gestión y su importancia para la implementación exitosa del sistema de gestión de mejora continua.
Compromiso de la dirección	De preferencia gestor de calidad	5 minutos	Exponer una breve metodología de los sistemas de calidad total y su influencia para el éxito corporativo.
Política de calidad	Encargado de la exposición	2 minutos	Describir y explicar la política de calidad del modelo de gestión y su importancia para la implementación exitosa del sistema de gestión de mejora continua.
Planificación	Encargado de la exposición	5 minutos	Definir los temas, las fechas y actividades a llevar a cabo para las dos reuniones de concientización.

Continuación de la tabla XXXIV.

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>
Inicialización en los procesos de mejora continua	Encargado de la exposición	Tiempo necesario	De preferencia actividad grupal. Proporcionar herramientas como registros, bases de datos y capacitaciones para la implementación de mejora continua.
Despedida	Encargado de la subárea forestal	1 minuto	Palabras de despedida y refacción para invitados

Fuente: elaboración propia.

El encargado de llevar a cabo la exposición debe ser asignado por el encargado de la subárea forestal. Entre sus obligaciones está cumplir como mínimo con las siguientes actividades y cualquier otra asignación que su jefe inmediato le solicite por escrito.

- a) Organizar la logística de la actividad
- b) Comunicar sobre la actividad
- c) Enviar invitaciones
- d) Solicitar el espacio físico
- e) Invitar al expositor
- f) Encargarse de la refacción

En el registro que se presenta se compromete al encargado de la actividad de cumplir con lo que se requiera y de enlistar a los invitados. Este registro debe ser utilizado para la planificación de cada una de las 20 reuniones planteadas por cuatrimestre.

Para cumplir con la programación se debe planificar dos actividades para las reuniones de concientización, que serán realizadas en la tercera y novena semana del cuatrimestre, de acuerdo a la planificación estimada en la calendarización de la mejora continua.

La primera será orientada a la administración de calidad de Deming mientras que la segunda a la administración de Juran. La planificación de las actividades de las dos reuniones esta descrita a continuación.

Tabla XXXV. **Planificación de reuniones de concientización**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>
Bienvenida	Encargado de la actividad	3 minutos.	Charla inicial
Planificación	Encargado de la actividad	4 minutos	Plantear el objetivo de la actividad, la metodología a seguir, y los resultados que se esperan
Desarrollo	Encargado de la actividad	7 minutos	De preferencia actividad grupal, donde se exponga el contenido a desarrollar
Caso real	Encargado de la actividad	4 minutos	Para la primera reunión basado en la filosofía de Deming y la segunda reunión en la filosofía de Juran
Despedida	Encargado de la actividad	1 minuto	Palabras de despedida

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la planificación se plantea una reunión a mediados del cuatrimestre, que involucre a uno de los proveedores de las áreas, con el objetivo de obtener la metodología correcta de utilización de un insumo en específico.

El comité de calidad está obligado por lo tanto, a llevar a cabo la logística como la actividad, para ello debe documentar su planificación mediante un registro. El formato que se debe utilizar para documentar esta actividad se presenta a continuación.

Las reuniones para cierre de acciones correctivas y acciones preventivas se llevan cada quince días, en ellas se leen las propuestas escritas realizadas por cualquier miembro de la subárea forestal.

A estas reuniones se les dará lectura solo en presencia de la alta dirección y el comité de calidad de la subárea forestal.

El registro será llevado a cabo por el miembro del comité técnico que le compete dicha actividad.

Como la actividad corresponde a la selección de proyectos de mejora, cada miembro del comité de calidad deberá de analizar la propuesta de acción correctiva o de acción preventiva que le toque, utilizando la guía de selección de proyectos de mejora que se plantea en este documento.

El resultado obtenido será presentado en la reunión de la siguiente semana y registrado en el formato que compete, para luego ser llevado a alta dirección la cual dará su visto bueno o no para su ejecución.

La planificación de las reuniones serán de igual manera para cada semana, en la primera reunión, el comité de calidad deberá dar a conocer la metodología a utilizar por el cuatrimestre. A continuación la planificación:

**Tabla XXXVI. Planificación para reuniones de cierre de acciones correctivas y acciones preventivas**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>	<b>Descripción</b>
Bienvenida	Encargado de la subárea forestal	2 minutos	Charla inicial
Resultados de semana anterior	Encargado de la actividad	Tiempo necesario	Cada miembro describirá el resultado obtenido de la propuesta que le toco analizar
Resolución de alta dirección	Encargado de la subárea forestal	Tiempo necesario	La alta dirección dará su resolución de los resultados obtenidos
Lectura de propuestas	Encargado de la actividad	4 minutos	Leer en voz alta nuevas propuestas de acciones correctivas y acciones preventivas
Desarrollo	Encargado de la actividad	7 minutos	Repartición de propuestas entre miembros del comité de calidad
Despedida	Encargado de la subárea forestal	1 minuto	Palabras de despedida

Fuente: elaboración propia.

Por último se encuentra las clases de redacción para personal operativo y académico. El objetivo de estas clases es desarrollar la competencia de expresión oral y escrita del personal operativo y académico de la subárea forestal. De acuerdo a la planificación las clases se impartirán cada quince días y su duración no será mayor a 25 minutos.

La actividad será planificada por el comité de calidad, desarrollada y llevada a cabo por un experto del tema que la subárea forestal debe contratar.

El experto del tema debe de presentar con por lo menos con tres días de anticipación su planificación para el cuatrimestre.

- Carteles. Determinan la urgencia de la mejora continua para ello deben contener información pertinente que oriente a la explosión de mejoras, la lista de consejos para efectuar mejoramientos y el reconocimiento formal.

La actividad debe ser organizada y controlada por el comité de calidad, que a su vez debe de designar a un responsable de la logística del proceso. La tabla siguiente expone la planificación que se debe de llevar a cabo para la implementación de esta unidad.

Tabla XXXVII. **Planificación para implementar carteles**

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Listados de consejos	Encargado de la actividad	Segunda semana	Implementar los listados en puntos estratégicos de las áreas de transformación y aserradero

Continuación de la tabla XXXVII.

<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
Buzones de sugerencia	Encargado de la actividad	Segunda semana	Colocar los buzones con sus correspondientes registros en puntos estratégicos de toda la subárea forestal
Creación de tableros forestales	Encargado de la actividad	Tercera semana	Elaborar tableros forestales donde se reconozca los logros grupales como individuales y donde se proyecten las mejoras que han tenido las áreas de aserradero y transformación
Seguimiento	Encargado de la actividad	El resto del cuatrimestre	Controlar y mantener las actividades

Fuente: elaboración propia.

### **4.1.3. Evaluación**

La evaluación de la fase de aprendizaje se ejecuta a través de la segunda fase.

#### **4.1.3.1. Segunda fase**

Esta fase analiza el resultado obtenido por la campaña de concientización, mediante el uso de índices de desempeño. Debido a que el programa se divide en dos vías de comunicación, se deben tener dos índices de desempeño por separado. Uno dedicado exclusivamente para las reuniones periódicas y otro para determinar la aceptación de los carteles.

- Índice de desempeño para las reuniones periódicas. El objetivo central de las reuniones periódicas es lograr introducir y mantener al personal académico como operativo bajo la filosofía de mejora continua.

El indicador más apropiado para medir el grado de aceptación es mediante la cantidad de acciones correctivas y preventivas que los mismos operarios proporcionan. El índice de logro medirá las acciones correctivas y las acciones preventivas.

El primer índice de logro será la relación de acciones correctivas implementadas entre propuestas hechas durante un plazo de un cuatrimestre.

Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$IAC = AC \text{ implementadas} / PH$$

Donde

IAC= Índice de acciones correctivas

AC implementadas= Acciones correctivas implementadas

PH= propuestas hechas

De manera homóloga se utiliza para las acciones preventivas la siguiente ecuación:

$$IAP = AP \text{ implementadas} / PH$$

Donde



IAP= Índice de acciones preventivas

AP implementadas= Acciones preventivas implementadas

PH= propuestas hechas

Para llevar un registro de las acciones preventivas y acciones correctivas se debe utilizar un formato de registros que debe controlar y dirigir la alta gerencia de la subárea forestal.

El parámetro de medición que se debe seguir para ambos indicadores esta contemplado en la tabla I. Índice de logro de actividad 1.

Tabla XXXVIII. **Índice de logro de la capacitación**

Parámetro	Rango
Deficiente	$X \leq 0,333$
Aceptable	$0,333 < X \leq 0,666$
Ideal	$0,666 < X \leq 1$

Fuente: elaboración propia.

Cualquier valor fuera del rango de 0 a 1 se debe considerar como error y por lo tanto descartado para la toma de decisiones. Si en todo caso el resultado obtenido queda en el rango de deficiente o en el rango aceptable, se debe utilizar un formato para aplicar acciones correctivas para este programa.

- Índice de desempeño para carteles. La forma más conveniente de medir es mediante estadística descriptiva. Para ello se debe obtener resultados mediante encuestas.

Para calcular el tamaño de la muestra para ambas encuestas se puede utilizar una premuestra de  $X < 30$  unidades, considerando un 95 % de confiabilidad y utilizando la siguiente fórmula:

$$N = (t^2 S^2) / E^2$$

Donde

$N$  = Tamaño de la muestra

$t^2$  = Valor apropiado de la estadística  $t$

$S^2$  = varianza de la población

$E$  = Error permitido

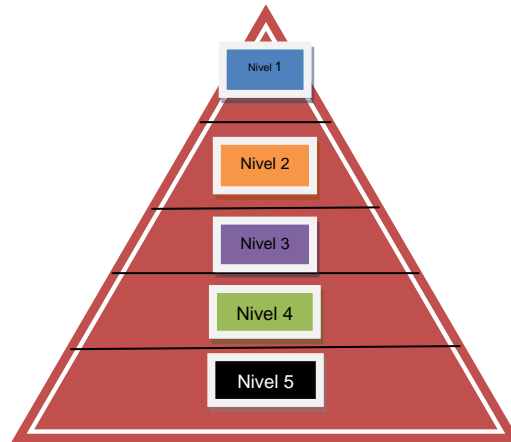
El valor estadístico de la  $t$  de *student* se encuentra en el cuadro x que esta al finalizar esta sección. A partir de ella se concluye y se toman decisiones.

Las encuestas deben medir el conocimiento, la conversión, la evasión, la motivación, la disfunción narcotizante y la excitación colectiva. Para ello se elabora un formato de encuesta, que deberá ser respondida por la muestra previamente establecida.

- Reconocimiento. El reconocimiento de un logro de carácter formal, hacia cualquier individuo que labore en la subárea forestal debe ser documentado en una base de datos que registre al individuo y su aporte.

Dependiendo del logro obtenido así debe ser el reconocimiento dado. Para ello se debe utilizar la siguiente categorización de premios.

Figura 49. **Categorización de premios**



Fuente: elaboración propia.

- a) Nivel 5. El premio otorgado es de carácter de aceptación del grupo, aprendizaje de nueva metodología, cumpleaños o actividades fuera del trabajo. Se da un aplauso grupal, tarjeta de felicitaciones o correo electrónicos.
- b) Nivel 4. Se reconoce el trabajo por sus cualidades interpersonales, puntualidad, entusiasmo, dinamismo. Se otorga una tarjeta de reconocimiento, y una sección el “modelo a seguir” del mes en el tablero forestal.
- c) Nivel 3. Aporte significativo al logro de una meta. Se reconoce su esfuerzo. Se otorga una tarjeta de reconocimiento, y una parte en el tablero forestal, como parte de la sección de “el patojo chispudo” del mes.
- d) Nivel 2. Aporte al diseño. Acciones correctivas de su proceso. Plantea solución al diseño de un proceso, procedimiento o trámite. Se otorga un diploma, un premio y reconocimiento como aportes del mes en el tablero,

como parte de la sección “¡No pirir!” que demuestra los cambios obtenidos.

- e) Nivel 1. Aporte al diseño. Acciones preventivas de su proceso. Plantea solución a una problemática antes de ser expuesta. Se otorga un diploma, un premio, y reconocimiento como aportes del mes en el tablero, como parte de la sección “¡Qué pilas!”

#### 4.2. Costos de ejecución

El costo de ejecución de este proyecto se define en la siguiente tabla.

Tabla XXXIX. **Costo de implementación de la fase de enseñanza aprendizaje**

<b>Fase de enseñanza – aprendizaje</b>					
<b>Humano</b>	Profesional	1	Q250,00/hora	200 h	Q 50 000,00
	Asesor	1	Q400,00/hora	30 h	Q 12 000,00
	Revisor	1	Q200,00/hora	30 h	Q 6 000,00
<b>Sub Total</b>					<b>Q 68 400,00</b>
<b>Material /Físico</b>	Transporte	1	Q35,00/gal	150 gal	Q 5 250,00
	Resma Papel	9	Q 40,00		Q 360,00
	Impresión	2 500	Q 0,15		Q 375,00
	Computadora	1	Q 4 500,00		Q 4 500,00
	Software		Q 3 000,00		
	Servicio de internet	1	Q 190,00 / mes	6 mes	Q 1 140,00
	Equipo de oficina	1 set	500,00		Q 500,00
<b>Sub Total</b>					<b>Q 12 125,00</b>
<b>Total</b>					<b>Q 80 625,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Dentro del proceso de aserrado de trozas se identificó y documentó treinta y un procedimientos, los cuales se dividieron en cuatro áreas. Patio de trozas, aserradero, elaboración de tablas y carbonera.
2. El coeficiente de aserrío de las trozas que se obtuvo través del estudio fue de 0,396; lo que indica que de una troza solo se puede aprovechar un aproximado del 39,6 %.
3. El diseño de ampliación propuesto para el aserradero; permitirá mejorar la calidad del producto final; llevar control estadístico del mismo y desarrollar un sistema que estimule competencias teóricas prácticas en los estudiantes de diversificados y de pregrado. El costo de construcción del proyecto se estima en Q 583 925,30; mientras que el costo de puesta en marcha es de Q 155 525,00.
4. Para la gestión de procesos dentro del área de aserradero se presentó un manual de procedimientos que incluye treinta y un procedimientos, distribuidos en cuatro áreas: patio de trozas, aserradero, elaboración de tablas y carbonera.
5. Para llevar a cabo un modelo de mejora continua se propuso un manual que incluye la guía para poner en marcha las nueve fases del mejoramiento de calidad: compromiso de la dirección, investigación de clientes, medición de desempeño de procesos, determinación de proyectos de mejora, concientización del personal, capacitación para la

calidad, seguimiento y certificación, reconocimiento de logros y comienzo del nuevo ciclo. El diseño del manual queda establecido para períodos de cuatro meses.

6. El programa de seguridad y salud en el trabajo para el aserradero queda establecido a través de la metodología de Deming y considera primero definir los objetivos específicos y el alcance del proceso, posteriormente desarrolla la identificación de peligros y el nivel de riesgo, un análisis de control y por último una propuesta de mejora a través de un seguimiento estricto.
7. La propuesta de capacitación del personal fue orientada a la concientización del personal hacia la mejora continua. Para lo cual se presentó un proyecto a dos fases. En la primera fase se considera lanzar una campaña de divulgación a través de charlas y reuniones periódicas sobre la calidad. La segunda fase se enfoca en medir el grado de efecto que tuvieron las metodologías propuestas para la primera.

## RECOMENDACIONES

1. Concientizar al personal de la subárea forestal sobre la importancia de la mejora continua dentro de las actividades cotidianas que ejecuta diariamente, utilizando como guía la fase de enseñanza aprendizaje de este trabajo de graduación.
2. Ejecutar de manera sistemática la puesta en marcha de las mejoras propuestas en el área del aserradero que están vigentes en la actualidad, utilizando como base guía el ciclo de la administración de Deming.
3. Proporcionar información salarial del talento humano que realiza sus actividades dentro del alcance del este documento, para ajustar de mejor manera los precios de producción del aserradero.
4. Ejecutar inmediatamente un análisis exhaustivo de averías dentro del área del aserradero, utilizando como metodología guía la información descrita en este trabajo de graduación.







## BIBLIOGRAFÍA

1. FALCONI CAMPOS, Vicente. *Gestión de la rutina de trabajo cotidiano*. 8a ed. Brasil: INDG, 2008. 223 p.
2. GUTIERREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 p.
3. MAYNARD. *Manual del ingeniero industrial*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 16.44 p.
4. RAMÍREZ, Karen A. *Elevadores y dibujos 3D AutoCAD R.14: Manual de uso*. Guatemala: Instituto Tecnológico Federico Taylor, 2010. 179 p.
5. SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos*. 3a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1995. 376 p.
6. VIGNOTE PEÑA, Santiago; ROJAS MARTÍNEZ, Isaac. *Tecnología de la madera*. 3a ed. España: Mundi-Prensa, 2005. 623 p.
7. ZAVALA ZAVALA, David. *Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino* [en línea]. Redalyc. México. [ref. de 23 de octubre de 2012]. Disponible en web: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61760204.pdf>>.



## APÉNDICE

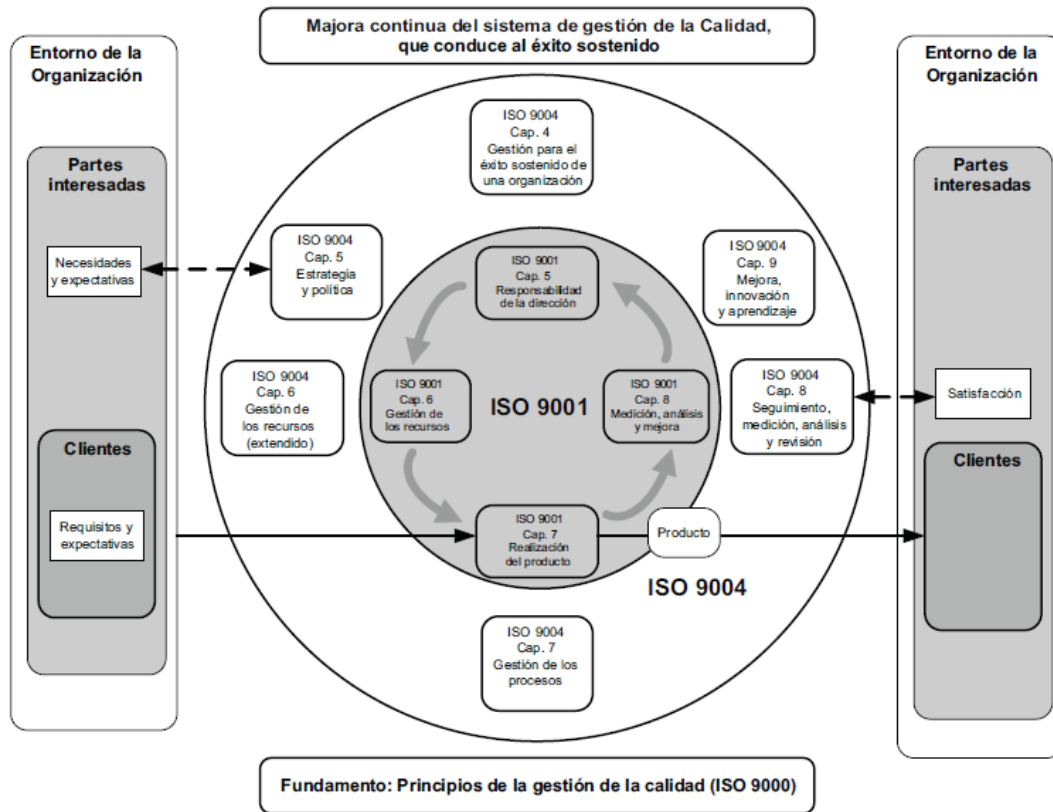
		<b>FORMATO 23.1 IDENTIFICACION DE PELIGROS</b>				<b>EV-SG SST-CA-AF</b>
		Área: <u>Forestal</u> Encargado área: _____ Fecha: <u>5/12/12</u>		<b>V.1-12</b>		
		realizado por: <u>Allan Wilfredo Aguilar López</u> firma: _____		<b>Código: T2-12-009</b>		
No	Peligro (tabla 23.1)	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo (tabla 23.2)	Acción y temporización (tabla 23.3)	Observaciones
120	Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	2C	Importante	Mala colocación de la troza
121	Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3B	Importante	No hay instrucciones de uso, se utiliza muy veloz en el corte
122	Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	2C	Importante	Cortes o golpes por manipulación inadecuada
123	Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	<del>camion</del>	3B	Importante	Por calzado inadecuado, desorden, mal paso, etc
124	Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Al manipular de manera incorrecta, cae en los pies
125	Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	3B	Importante	No hay cincho, manera inadecuada de cargar la troza
126	Actos inseguros	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Se puede caer una troza de la pila al colocarla mal
127	Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3A	Moderado	El ayudante recibe el <del>aserrín</del>
128	Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3B	Importante	Método inadecuado para colocar la troza en el aserradero
129	Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3A	Moderado	Inhalación de aserrín al momento del aserrado
130	Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	2C	Importante	fuga de diesel, contacto u otros, material flamable
131	Enfermedad por exposición al ruido	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3B	Importante	No utilizan protector, no hay instrucciones
132	Medios de lucho contra el fuego insuficientes o inadecuados	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3C	Intolerable	Se robaron el extinguidor, no hay otro medio de lucha
133	Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3B	Importante	La tabla aserrada cae o golpea si solo trabaja una persona
134	Choque contra objetos inmóviles	Aserradero	Wood <del>Majzer</del>	3C	Intolerable	Por desorden, falta de organización y herramienta

		<b>FORMATO 23.1 IDENTIFICACION DE PELIGROS</b>			<b>EV-SG SST-CA-AF</b>	
Área: <u>Forestal</u> Encargado área: _____ Fecha: <u>5/12/12</u>		realizado por: <u>Allan Wilfredo Aquilar López</u> firma: _____			<b>V.1-12</b> <b>Código: T2-12-010</b>	
No	Peligro (tabla 23.1)	Lugar	Herramienta	Nivel riesgo (tabla 23.2)	Acción y temporización (tabla 23.3)	Observaciones
135	Caída de objeto por desplome	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	2C	Importante	Tablas provenientes del corte de la troza.
136	Choque contra objetos móviles	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3B	Importante	Al retroceder el aserradero muy rápido
137	Golpes/ cortes con objetos o herramientas	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	2C	Importante	Al manipular la troza con las manos
138	Caída de personas a distinto nivel	Patio de trozas	<del>camion</del>	3B	Importante	Al bajar las trozas de los camiones
139	Caída de objetos por manipulación	Patio de trozas	Troza	3C	Intolerable	Al mover las trozas
140	Sobreesfuerzo	Patio de trozas	Troza	3B	Importante	Al mover las trozas
141	Actos inseguros	Patio de trozas	Wood <del>Maizer</del>	3C	Intolerable	No colocar el seguro a la troza
142	Proyección de fragmentos o partículas	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3A	Moderado	El ayudante recibe el <del>aserrin</del>
143	Sobreesfuerzo	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3B	Importante	Utilización de la fuerza bruta
144	Inhalación de sustancias causticas o corrosivas	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3A	Moderado	Inhalación de aserrín al momento del aserrado
145	Iniciación de un fuego	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	2C	Importante	fuga de diesel, contacto u otros, material flamable
146	Enfermedad por exposición al ruido	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3B	Importante	No utilizan protector, no hay instrucciones
147	Medios de lucho contra el fuego insuficientes o inadecuados	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3C	Intolerable	No hay instrucciones en caso de emergencia
148	Caída de objetos por manipulación	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3B	Importante	La tabla aserrada cae o golpea si solo trabaja una persona
149	Choque contra objetos inmóviles	Aserradero	Wood <del>Maizer</del>	3C	Intolerable	Por desorden, falta de organización y herramienta

# ANEXOS

$n \setminus \alpha$	0,30	0,25	0,20	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	0,7265	1,0000	1,3764	3,0777	6,3137	12,7062	31,8210	63,6559	127,3213	318,3088	636,6192
2	0,6172	0,8165	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9645	9,9250	14,0890	22,3271	31,9991
3	0,5844	0,7649	0,9785	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408	7,4633	10,2145	12,9240
4	0,5666	0,7407	0,9410	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041	5,5976	7,1732	8,6103
5	0,5594	0,7267	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321	4,7733	5,6934	6,6688
6	0,5534	0,7176	0,9057	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	4,3168	5,2076	5,9588
7	0,5491	0,7111	0,8960	1,4149	1,8946	2,3646	2,9979	3,4995	4,0293	4,7853	5,4079
8	0,5459	0,7064	0,8889	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554	3,8325	4,5008	5,0413
9	0,5435	0,7027	0,8834	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	3,6897	4,2968	4,7809
10	0,5415	0,6998	0,8791	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	3,5814	4,1437	4,5869
11	0,5399	0,6974	0,8755	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058	3,4966	4,0247	4,4370
12	0,5386	0,6955	0,8726	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545	3,4284	3,9296	4,3178
13	0,5375	0,6938	0,8702	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	3,3725	3,8620	4,2208
14	0,5366	0,6924	0,8681	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	3,3257	3,7874	4,1405
15	0,5357	0,6912	0,8662	1,3406	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	3,2860	3,7328	4,0728
16	0,5350	0,6901	0,8647	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	3,2520	3,6862	4,0150
17	0,5344	0,6892	0,8633	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	3,2224	3,6458	3,9651
18	0,5338	0,6884	0,8620	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	3,1966	3,6105	3,9216
19	0,5333	0,6876	0,8610	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	3,1737	3,5794	3,8834
20	0,5329	0,6870	0,8600	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453	3,1534	3,5518	3,8495
21	0,5325	0,6864	0,8591	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314	3,1352	3,5272	3,8193
22	0,5321	0,6858	0,8583	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	3,1188	3,5050	3,7921
23	0,5317	0,6853	0,8575	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	3,1040	3,4850	3,7676
24	0,5314	0,6848	0,8569	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7970	3,0905	3,4668	3,7454
25	0,5312	0,6844	0,8562	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	3,0782	3,4502	3,7251
26	0,5309	0,6840	0,8557	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	3,0669	3,4350	3,7066
27	0,5306	0,6837	0,8551	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	3,0565	3,4210	3,6896
28	0,5304	0,6834	0,8546	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	3,0469	3,4082	3,6739
29	0,5302	0,6830	0,8542	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	3,0380	3,3962	3,6594
30	0,5300	0,6828	0,8538	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	3,0298	3,3852	3,6460
40	0,5286	0,6807	0,8507	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	2,9712	3,3069	3,5510
80	0,5265	0,6776	0,8461	1,2922	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387	2,8870	3,1953	3,4163
120	0,5258	0,6765	0,8446	1,2886	1,6576	1,9799	2,3578	2,6174	2,8599	3,1595	3,3735
$\infty$	0,5244	0,6745	0,8416	1,2816	1,6449	1,9600	2,3263	2,5758	2,8070	3,0902	3,2905

/ET



Fuente: Norma ISO 9001:2008