



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA  
DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**

**José Antonio Ayala Perdomo**

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA  
DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ ANTONIO AYALA PERDOMO**

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2014.

  
**José Antonio Ayala Perdomo**



Guatemala, 14 de mayo de 2015.  
REF.EPS.DOC.369.05.2015.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **José Antonio Ayala Perdomo**, Carné No. 200815196 procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sindy Masstel Godínez  
Asesora-Supervisora de E.P.S.  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SMGB/ra



Guatemala, 14 de mayo de 2015.  
REF.EPS.D.235.05.2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Antonio Ayala Perdomo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**, presentado por el estudiante universitario **José Antonio Ayala Perdomo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**, presentado por el estudiante universitario **José Antonio Ayala Perdomo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.


/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**, presentado por el estudiante universitario: **José Antonio Ayala Perdomo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, julio de 2015



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por bendecirme con el regalo de la vida, ser mi guía, mi luz y enseñarme que cada día fue, es y será un aprendizaje para el logro, tanto de la presente meta, como de las próximas a afrontar.

### **Mis padres**

José Antonio Ayala y Sandra Perdomo de Ayala, por su apoyo total y amor incondicional, motivarme con su ejemplo en cada momento de mi existencia. Este triunfo es únicamente suyo.

### **Mi hermana**

María del Rosario Ayala Perdomo, por el apoyo, cariño y los grandes momentos compartidos y por compartir.

### **Mis abuelos**

José Antonio Perdomo (q. e. p. d.), María del Carmen Cuyún de Perdomo (q. e. p. d.), José Antonio Ayala (q. e. p. d.), y María Julia Soto de Ayala (q. e. p. d.), por su apoyo, cariño, pero por sobre todo, los momentos y consejos compartidos que perdurarán por siempre en mi memoria.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por bendecirme e iluminarme en todo momento, y permitir culminar en triunfo, el primer reto de muchos que vendrán.
<b>Mis padres</b>	Por su lucha constante, apoyo, amor y consejos, ser mi compañía y mi fortaleza para el alcance de este su triunfo. Gracias por su paciencia y siempre cuidar de mí.
<b>Mi hermana</b>	Por el cariño, apoyo, alegrías, y sobre todo por soportar mi astucia.
<b>Ingeniero Oswin Melgar</b>	Por ser siempre un amigo, por su ayuda y compartir sus conocimientos y experiencia para culminar con éxito el presente proyecto.
<b>Ingeniera Sindy Godinez</b>	Por brindarme sus conocimientos y asesorías durante el proceso del EPS.
<b>Mis compañeros y amigos</b>	Por su apoyo, compañía en los buenos y malos momentos en este largo, pero provechoso camino que significa ser sancarlista.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Estructura organizacional .....	3
1.3. Misión .....	4
1.4. Visión.....	4
1.5. Objetivos y funciones .....	5
1.6. Organigrama.....	6
1.7. Sección de Gestión de la Calidad.....	8
1.7.1. Ubicación.....	9
1.7.2. Objetivos.....	10
1.7.3. Misión .....	11
1.7.4. Visión.....	11
1.7.5. Políticas .....	12
1.7.6. Actividades .....	12
1.7.7. Área de Ensayos para la investigación científica....	13

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC .....	15
2.1.	Diagnóstico de la situación actual de la sección de Gestión de la Calidad .....	15
2.1.1.	Análisis Foda.....	16
2.2.	Instalaciones del área de Ensayos.....	20
2.2.1.	Análisis Ishikawa .....	20
2.2.2.	Maquinaria y equipo .....	25
2.2.2.1.	Análisis Ishikawa .....	25
2.3.	Mantenimiento de equipos .....	30
2.3.1.	Análisis Ishikawa de mantenimiento.....	30
2.4.	Plan de mantenimiento.....	35
2.4.1.	El mantenimiento preventivo .....	36
2.4.2.	Inventario de maquinaria .....	37
2.4.3.	Códigos de registro de maquinaria.....	38
2.4.4.	Recursos técnicos .....	39
2.4.5.	Actividades generales de mantenimiento .....	42
2.4.6.	Prensa neumática .....	43
2.4.6.1.	Especificaciones técnicas.....	44
2.4.6.2.	Rutinas .....	45
2.4.6.3.	Instrucciones de operación.....	47
2.4.6.4.	Instrucciones de mantenimiento.....	48
2.4.7.	Horno digital de convección forzada .....	49
2.4.7.1.	Especificaciones técnicas.....	50
2.4.7.2.	Rutinas .....	51
2.4.7.3.	Instrucciones de operación.....	53
2.4.7.4.	Instrucciones de mantenimiento.....	54

2.4.8.	Sierra de cinta.....	55
2.4.8.1.	Especificaciones técnicas.....	56
2.4.8.2.	Rutinas .....	57
2.4.8.3.	Instrucciones de operación.....	59
2.4.8.4.	Instrucciones de mantenimiento .....	59
2.4.9.	Compresor de aire .....	61
2.4.9.1.	Especificaciones técnicas.....	62
2.4.9.2.	Rutinas .....	63
2.4.9.3.	Instrucciones de operación.....	65
2.4.9.4.	Instrucciones de mantenimiento .....	66
2.4.10.	Balanza de precisión .....	67
2.4.10.1.	Especificaciones técnicas.....	68
2.4.10.2.	Rutinas .....	70
2.4.10.3.	Instrucciones de operación.....	70
2.4.10.4.	Instrucciones de mantenimiento .....	71
2.4.11.	Control de mantenimiento.....	73
2.4.11.1.	Fichas técnicas de maquinaria .....	74
2.4.11.2.	Ficha de control de mantenimiento.....	80
2.4.11.3.	Etiquetas de identificación .....	81
2.5.	Señalización .....	84
2.5.1.	Propuesta para el área de Ensayos.....	85
2.5.2.	Adquisición de equipo de seguridad.....	87
2.6.	Costos de la propuesta.....	92
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE RECICLAJE DE POLIALUMINIO PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE SU REUTILIZACIÓN.....	95
3.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	95
3.1.1.	Análisis Ishikawa .....	96

3.2.	Plan de reciclaje de polialuminio .....	100
3.3.	Descripción del producto a elaborar.....	114
3.3.1.	Paneles menores de polialuminio.....	115
3.3.2.	Planeación del proceso de producción.....	121
3.3.3.	Proceso de producción.....	122
3.3.3.1.	Maquinaria y equipo .....	122
3.3.3.2.	Equipo de protección.....	123
3.3.3.3.	Descripción del proceso .....	124
3.3.3.4.	Diagrama de operaciones de proceso.....	130
3.3.3.5.	Diagrama de flujo de operaciones.....	137
3.4.	Resultados esperados de la propuesta .....	146
3.5.	Costos de la propuesta .....	148
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	149
4.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	149
4.2.	Plan de capacitación .....	151
4.3.	Evaluación de resultados .....	156
4.4.	Costos de la propuesta .....	158
	CONCLUSIONES.....	161
	RECOMENDACIONES .....	165
	BIBLIOGRAFÍA.....	169
	ANEXOS.....	173

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama general del CII .....	7
2.	Sección de Gestión de la Calidad .....	9
3.	Vista de planta de las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad .....	14
4.	Diagrama Ishikawa del Área de Ensayos.....	24
5.	Diagrama Ishikawa de la maquinaria y equipo.....	29
6.	Diagrama Ishikawa de mantenimiento .....	35
7.	Capacidad de la prensa neumática.....	44
8.	Control de temperatura programable del horno .....	55
9.	Sierra de cinta.....	61
10.	Compresor de aire .....	67
11.	Especificaciones técnicas de la balanza de precisión .....	69
12.	Dimensiones de la balanza de precisión.....	69
13.	Pantalla LCD de la balanza.....	72
14.	Ficha técnica propuesta de la prensa neumática .....	75
15.	Ficha técnica propuesta del horno digital.....	76
16.	Ficha técnica propuesta de la sierra de cinta.....	77
17.	Ficha técnica propuesta del compresor de aire.....	78
18.	Ficha técnica propuesta de la balanza de precisión.....	79
19.	Ficha de control de mantenimiento propuesta .....	80
20.	Etiqueta de identificación propuesta de la prensa neumática .....	82
21.	Etiqueta de identificación propuesta del horno digital .....	82
22.	Etiqueta de identificación propuesta de la sierra de cinta .....	83



23.	Etiqueta de identificación propuesta del compresor de aire.....	83
24.	Etiqueta de identificación propuesta de la balanza .....	84
25.	Tipos de señalización industrial .....	85
26.	Señales de elementos de protección personal .....	86
27.	Bata de laboratorio de ingeniería.....	88
28.	Casco industrial .....	89
29.	Guantes aislantes de calor .....	90
30.	Lentes de seguridad . .....	91
31.	Protectores auditivos .....	92
32.	Diagrama Ishikawa del plan de reciclaje de polialuminio .....	100
33.	Polialuminio en su estado como envase de tetrabrik.....	104
34.	Cantidad de recursos utilizados para producir una tonelada de polialuminio .....	105
35.	Ciclo de reutilización de polialuminio .....	107
36.	Contenedor adecuado para el reciclaje .....	110
37.	Forma correcta de depositar envases.....	111
38.	Cronograma de actividades .....	114
39.	Operación de corte de materia prima.....	118
40.	Separación de residuos de papel en polialuminio.....	120
41.	Distribución de maquinaria dentro del área de ensayos .....	122
42.	Colocacion de láminas de polialuminio en molde .....	125
43.	Proceso de prensado .....	127
44.	Proceso de horneado .....	128
45.	Proceso de corte en sierra.....	129
46.	Panel de polialuminio elaborado.....	130
47.	Diagrama DOP del proceso de polialuminio .....	131
48.	Diagrama DFP del proceso de polialuminio .....	138
49.	Diagrama Ishikawa del plan de capacitación.....	150
50.	Hoja de registro de capacitaciones .....	155

51.	Evaluación a capacitados .....	157
52.	Evaluación de capacitación .....	158

## TABLAS

I.	Diagnóstico de la sección de Gestión de la Calidad .....	16
II.	Matriz Foda .....	17
III.	Inventario de maquinaria.....	38
IV.	Códigos de registro de maquinaria .....	39
V.	Documentación técnica recomendada .....	41
VI.	Actividades generales de mantenimiento.....	42
VII.	Especificaciones técnicas de la prensa neumática .....	44
VIII.	Rutinas de mantenimiento diario de la prensa neumática.....	45
IX.	Rutinas de mantenimiento semanal de la prensa neumática .....	45
X.	Rutinas de mantenimiento mensual de la prensa neumática .....	46
XI.	Rutinas de mantenimiento semestral de la prensa neumática.....	46
XII.	Instrucciones de operación de la prensa neumática .....	47
XIII.	Instrucciones de mantenimiento de la prensa neumática.....	48
XIV.	Especificaciones técnicas del horno digital .....	50
XV.	Rutinas de mantenimiento diario del horno digital.....	51
XVI.	Rutinas de mantenimiento semanal del horno digital .....	51
XVII.	Rutinas de mantenimiento mensual del horno digital .....	52
XVIII.	Rutinas de mantenimiento semestral del horno digital.....	52
XIX.	Rutinas de mantenimiento anual del horno digital.....	52
XX.	Instrucciones de operación del horno digital .....	53
XXI.	Instrucciones de mantenimiento del horno digital .....	54
XXII.	Especificaciones técnicas de la sierra de cinta .....	56
XXIII.	Rutinas de mantenimiento diario de la sierra de cinta.....	57

XXIV.	Rutinas de mantenimiento semanal de la sierra de cinta.....	57
XXV.	Rutinas de mantenimiento mensual de la sierra de cinta.....	58
XXVI.	Rutinas de mantenimiento semestral de la sierra de cinta.....	58
XXVII.	Instrucciones de operación de la sierra de cinta.....	59
XXVIII.	Instrucciones de mantenimiento de la sierra de cinta .....	60
XXIX.	Especificaciones técnicas del compresor de aire .....	63
XXX.	Rutinas de mantenimiento diario del compresor de aire .....	63
XXXI.	Rutinas de mantenimiento semanal del compresor de aire .....	64
XXXII.	Rutinas de mantenimiento mensual del compresor de aire .....	64
XXXIII.	Rutinas de mantenimiento semestral del compresor de aire .....	65
XXXIV.	Instrucciones de operación del compresor de aire .....	65
XXXV.	Instrucciones de mantenimiento del compresor de aire.....	66
XXXVI.	Especificaciones técnicas de la balanza de precisión.....	68
XXXVII.	Rutinas de mantenimiento diario de la balanza de precisión .....	70
XXXVIII.	Rutinas de mantenimiento mensual de la balanza de precisión .....	70
XXXIX.	Instrucciones de operación de la balanza de precisión .....	71
XL.	Instrucciones de mantenimiento de la balanza de precisión.....	72
XLI.	Costos de propuesta de plan de mantenimiento.....	93
XLII.	Envases desechados promedio al día en cafeterías Gitano .....	95
XLIII.	Equipo de protección .....	124
XLIV.	Resumen DOP de proceso de polialuminio .....	136
XLV.	Resumen DFP de proceso de polialuminio.....	144
XLVI.	Forma y dimensiones de panel de polialuminio elaborado .....	145
XLVII.	Costos para implementar la propuesta .....	148
XLVIII.	Plan de capacitación propuesto.....	154
XLIX.	Costos de la capacitación propuesta .....	159

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperios
<b>hp</b>	Caballo de fuerza
<b>cm</b>	Centímetro
<b>gal</b>	Galón
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>g</b>	Gramo
<b>hz</b>	Hertz
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>lb</b>	Libra
<b>lb/plg<sup>2</sup></b>	Libra pulgada cuadrada
<b>≥</b>	Mayor o igual que
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>mm</b>	Milímetro
<b>CFM</b>	Pie cúbico por minuto
<b>fpm</b>	Pie por minuto
<b>psi</b>	Pound square inch
<b>"</b>	Pulgada
<b>Q</b>	Quetzal
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>s</b>	Segundo
<b>V</b>	Voltios
<b>VAC</b>	Voltios de corriente alterna



## GLOSARIO

<b>AEU</b>	Asociación de Estudiantes Universitarios.
<b>AISI</b>	American Iron and Steel Institute.
<b>Aire comprimido</b>	Tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor usado comúnmente en la industria.
<b>Aislante</b>	Cualquier material que impide la transmisión de la energía en cualquiera de sus formas.
<b>Biodegradable</b>	Que pueden descomponerse los elementos químicos que conforman un producto o una sustancia, debido a la acción de agentes biológicos, bajo condiciones ambientales naturales.
<b>Calibración</b>	Proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia.
<b>Chasis</b>	Estructura interna que sostiene y aporta rigidez y forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso.
<b>Cicon</b>	Centro de Información a la Construcción.

<b>CII</b>	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
<b>CO<sup>2</sup></b>	Dióxido de Carbono.
<b>Coguanor</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Concyt</b>	Consejo de Ciencia y Tecnología.
<b>Convección</b>	Forma de transferencia de calor caracterizada porque se produce por medio de un fluido que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.
<b>Corrosión</b>	Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
<b>Cromado</b>	Técnica de depositar mediante galvanoplastia una fina capa de cromo sobre un objeto de otro metal o de plástico proporcionándole resistencia a la corrosión.
<b><i>Damper</i></b>	Válvula o placa que detiene o regula el flujo de aire dentro de un conducto, chimenea, manejador de aire, u otro equipo de tratamiento de aire.
<b>DFP</b>	Diagrama de Flujo de Proceso.
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

<b>DOP</b>	Diagrama de Operaciones de Proceso.
<b>DRH</b>	Anuncio de cambio del parámetro inaceptable en balanza de precisión.
<b>Ductería</b>	Conjunto de conductos, canales o tuberías.
<b>Foda</b>	Técnica de valoración de potencialidades y riesgos organizacionales y personales, respecto a la toma de decisiones y al medio que afecta. Significa: fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.
<b>Fodecyt</b>	Fondo de Ciencia y Tecnología.
<b>Galvanizado</b>	Proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.
<b>GLP</b>	German Light Products.
<b>Homogéneo</b>	Sistema formado por elementos de igual naturaleza.
<b>Husillo</b>	Tipo de tornillo largo y de gran diámetro, utilizado para accionar elementos de apriete, tales como prensas o mordazas, así como para el desplazamiento lineal de diferentes carros de fresadoras y tornos, o en compuertas hidráulicas.
<b>Inoxidable</b>	Que es resistente a la oxidación.



<b>ISO/IEC</b>	International Organization for Standardization /International Electrotechnical Commission.
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display.
<b>LIEXVE</b>	Laboratorio de Investigación y Extracción de Vegetales.
<b>Lubricación</b>	Acción de reducir el rozamiento y sus efectos en superficies adyacentes con movimientos que puedan ocasionar algún tipo de maquinado al interponer entre las superficies una sustancia lubricante.
<b>Manómetro</b>	Instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.
<b>Neumática</b>	Tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
<b>Paneles</b>	Planchas prefabricadas de diversos materiales que se usan en construcción para dividir o separar verticalmente espacios.
<b>PID</b>	Proportional Integral Derivative.
<b>Polialuminio</b>	Material conformado de polietileno de baja densidad y aluminio.

<b>Polietileno</b>	Material termoplástico translúcido, frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes.
<b>Presión atmósfera</b>	Fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire sobre la superficie terrestre.
<b>Retroiluminada</b>	Mecanismo por el cual una cierta proporción de la salida de un sistema se redirige a la entrada, con objeto de controlar su comportamiento.
<b>Temporizador</b>	Dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo.
<b>Térmico</b>	Del calor o la temperatura, o relativo a ellos.
<b>Tetrabrik</b>	Envase elaborado a partir de cartón, plástico y aluminio donde se envasan alimentos líquidos y semilíquidos.
<b>Tetra Pak</b>	Empresa multinacional fundada en Suecia, que diseña y produce soluciones de envasado de cartón y procesamiento para la industria alimenticia.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.
<b>Wipe</b>	Material fabricado de hilos de algodón utilizado para limpiar grasas, pastas, y otros.



## **RESUMEN**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), siendo desde su fundación una institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia de la USAC, tiene como objetivo principal brindar sus servicios a entidades públicas y privadas, gubernamentales y no gubernamentales. Ello con el fin de fortalecer el funcionamiento de dichas entidades, y promover la ingeniería en sus procedimientos y servicios, para mantener niveles altos de calidad e integrarlos en sus procesos.

La sección de Gestión de la Calidad del CII junto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt) han logrado la adquisición de maquinaria y equipo. El fin es desarrollar y fortalecer la infraestructura para la investigación científica y tecnológica que consolide a mediano y largo plazo, núcleos de excelencia en sectores y áreas estratégicas para el desarrollo nacional y el cumplimiento y la mejora continua de la investigación y docencia en la USAC.

El actual proyecto, como bien su nombre lo indica, tiene por objetivo el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria en cuestión, a fin de que este permita tener un adecuado control de las necesidades de mantenimiento que dicha maquinaria requiera, y habiendo establecido una documentación y registros para su constante cuidado. Dicha propuesta nace de la necesidad que hay por reducir los riesgos existentes del equipo que desde su puesta en funciones han fomentado el deterioro del mismo, como resultado de la constante utilización, en la implementación de procesos e investigaciones

ingenieriles, así como también el de evitar cualquier acontecimiento indeseado como lo son los accidentes.

Los objetivos de planificación de mantenimiento del equipo tienen además como finalidad, desarrollar una fase de investigación, que consiste en la creación de planes de reciclaje de polialuminio, cuyo fin es reutilizar el material antes mencionado en un nuevo proceso, y por ende la producción de paneles menores para su posterior aplicación en productos terminados.

Para que todo lo anterior tenga el efecto que se pretende, se prioriza el diseño de un plan de capacitación que reúna los objetivos y resultados obtenidos de las dos anteriores fases, con la intención de involucrar a todo el estudiantado para su cumplimiento y de esta manera, dar a conocer la importancia de cada uno de los propósitos.

En resumen, en el presente proyecto, se mejorarán las condiciones del equipo, definiendo medidas de uso y mantenimiento del mismo durante el desarrollo de cualquier tipo de ensayo. También que con dichas mejoras se proponen procesos que respalden el plan de reciclaje elaborado, para que de esta manera, tengan una finalidad directa y que a la vez incrementen el interés de todas las personas mediante una periódica capacitación, facilitando el conocimiento del beneficio ecológico que el reciclaje supone para el medio ambiente, y el plan de mantenimiento para el área de ensayos.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo de del área de ensayos de la sección de Gestión de la Calidad del CII/USAC, de acuerdo a sus necesidades, y que permita fortalecer el desarrollo de la investigación científica en la Facultad de Ingeniería.

## Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de Ensayos, documentando las actividades y procedimientos que se llevan a cabo y que involucran la maquinaria y equipo en análisis.
2. Establecer dentro del plan de mantenimiento, actividades de orden, limpieza y disposición de desechos, que propicien el deterioro del equipo, eliminando el mantenimiento correctivo aplicado actualmente.
3. Definir los procedimientos y rutinas de mantenimiento de la maquinaria del área de Ensayos, de acuerdo a los requerimientos de cada una, fomentando su seguimiento, mediante el establecimiento de registros para su continuo cuidado.
4. Determinar el tipo de señalización industrial sobre las normas de conducta y el equipo de protección personal a utilizar, dentro del área de Ensayos.

5. Definir los beneficios que proporciona la implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria, y el papel que juega en el óptimo funcionamiento de la misma.
6. Diseñar un plan de reciclaje de polialuminio que permita la reducción de la contaminación, mediante su reutilización, en un nuevo proceso que fomente su aplicación en productos terminados.
7. Diseñar un plan de capacitación que permita involucrar a todo el recurso humano, para darle solución a la problemática encontrada a través del diagnóstico realizado.

## INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años el mantenimiento de la maquinaria de la sección de Gestión de la Calidad ha ido adquiriendo mayor importancia, debido a que dicha necesidad, está ligada a la constancia con que dicho equipo es utilizado, y la manera en la cual es operado por parte de los estudiantes de ingeniería y el personal del CII.

Producto de tal situación se ha detectado la necesidad de llevar a cabo un proyecto que tenga como objetivo principal el diseño de un plan que implemente mejoras en el uso y mantenimiento de la maquinaria. El propósito es su óptimo funcionamiento y que no se vea afectado por agentes violentos o por desconocimiento de sus operadores.

Dicho plan está enfocado en llevar un registro y documentación del equipo en análisis, brindar capacitaciones sobre la planificación propuesta y que a la larga se observen resultados positivos, que permitan integrar nuevo equipo, y que con estos, se pueda llevar a cabo los procesos de investigación para los cuales están destinados.

Como parte de la fase de investigación se tiene contemplado la necesidad de desarrollar un plan de reciclaje de polialuminio, que tenga como fin el diseño e implementación de un proceso nuevo, permitiendo enlazar el beneficio ecológico que produce el mismo reciclaje, con el desarrollo de nuevos métodos de transformación, aportando a la mejora continua en el aprendizaje de la Facultad de Ingeniería.



Los resultados obtenidos de cada una de las fases que integran el presente proyecto pretenden ser difundidos mediante un plan de capacitación, que contemple y utilice metodologías que tengan como fin principal ser de utilidad para investigaciones futuras. Además de contribuir a los esfuerzos del CII de cumplir con las políticas de investigación, extensión y docencia en la USAC.

# **1. GENERALIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA**

## **1.1. Antecedentes**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) es una institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería.

El CII fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha 27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base para constituir el Centro fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959 y la subsiguiente adición a los mismos del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria en 1962 en unión de otros laboratorios docentes de la Facultad de Ingeniería. En 1965 se agregó al CII, el laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala.

En 1977 se establecieron las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (Cicon), el cual se encuentra adscrito al CII. En 1980 unieron esfuerzos la Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda para

organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, del cual se produjeron múltiples relaciones nacionales e internacionales.

En 1997 se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción Destilación, cuyo funcionamiento apoyando tanto a la investigación como a la prestación de servicios, se inició en la década de los noventa. En esta misma década se dio impulso al Laboratorio de Metrología Eléctrica, cuya formación data de muchos años y se consideró la ampliación del mismo. En 1999 se incrementó notablemente la participación del CII en los programas de investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

En el 2007 se inicia la ampliación en infraestructura del CII, con la construcción del tercer nivel del edificio T-5 y de un edificio en el área de prefabricados. Además de la remodelación y modernización de los laboratorios de química en el edificio T-5, las cuales son inauguradas en el año 2008.

En 2009 se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, LIEXVE, antes Planta Piloto de Extracción-Destilación, como parte de la Sección de Química Industrial. Asimismo, se crea la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel en dicho laboratorio en agosto de 2009, también se crea la sección de Topografía y Catastro, y la sección de Tecnología de la Madera en ese mismo año.

Al mes de mayo de 2011 se inicia el proceso de creación de la sección de Innovación; además en el transcurso de dicho mes se unificaron la sección de Agregados y Concretos, con la sección de Aglomerantes y Morteros, quedando conformada como sección de Agregados, Concretos y Morteros.

Para el segundo semestre del 2011 fue proyectada la creación oficial de la Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional. Además se están formulando actividades para fortalecer el Sistema de Calidad en el componente de Seguridad Industrial, con la señalización de seguridad en las áreas de máquinas y puntos de reunión, equipamiento de seguridad industrial, formación de brigadas de emergencia y simulacros de evacuación.

Todas las secciones que forman parte del CII participan en las actividades de investigación, servicio, docencia y extensión que realiza el Centro como ejecutor de las políticas de la USAC. Así mismo, para atender la demanda cuenta con personal profesional y técnico en los diferentes campos, para realizar expertajes, asesorías, ensayos de comprobación, control de calidad y otros.

## **1.2. Estructura organizacional**

Es del tipo funcional, ya que cuenta con una persona encargada de dirigir, coordinar y administrar a las diferentes secciones responsables de la ejecución de las actividades de dicha institución, las cuales son:

- Gestión de la Calidad
- Agregados, Concretos y Morteros
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología Industrial
- Química Industrial
- Metales y Productos Manufacturados
- Mecánica de Suelos
- Ecomateriales

- Centro de Información a la Construcción (Cicon)
- Estructuras
- Topografía y Catastro
- Tecnología de la Madera
- Innovación
- Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional

### **1.3. Misión**

Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.<sup>1</sup>

### **1.4. Visión**

Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos.

---

<sup>1</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 3 de octubre de 2014.

Asimismo, el propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.<sup>2</sup>

## **1.5. Objetivos y funciones**

Los objetivos y funciones del CII para el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia en la USAC, se describen a continuación:

- **Objetivos**
  - Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
  - Prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del Centro en forma cooperativa o bien utilizar sus recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.
  - Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento y la promoción de realización de trabajos de tesis en sus laboratorios y unidades técnicas.

---

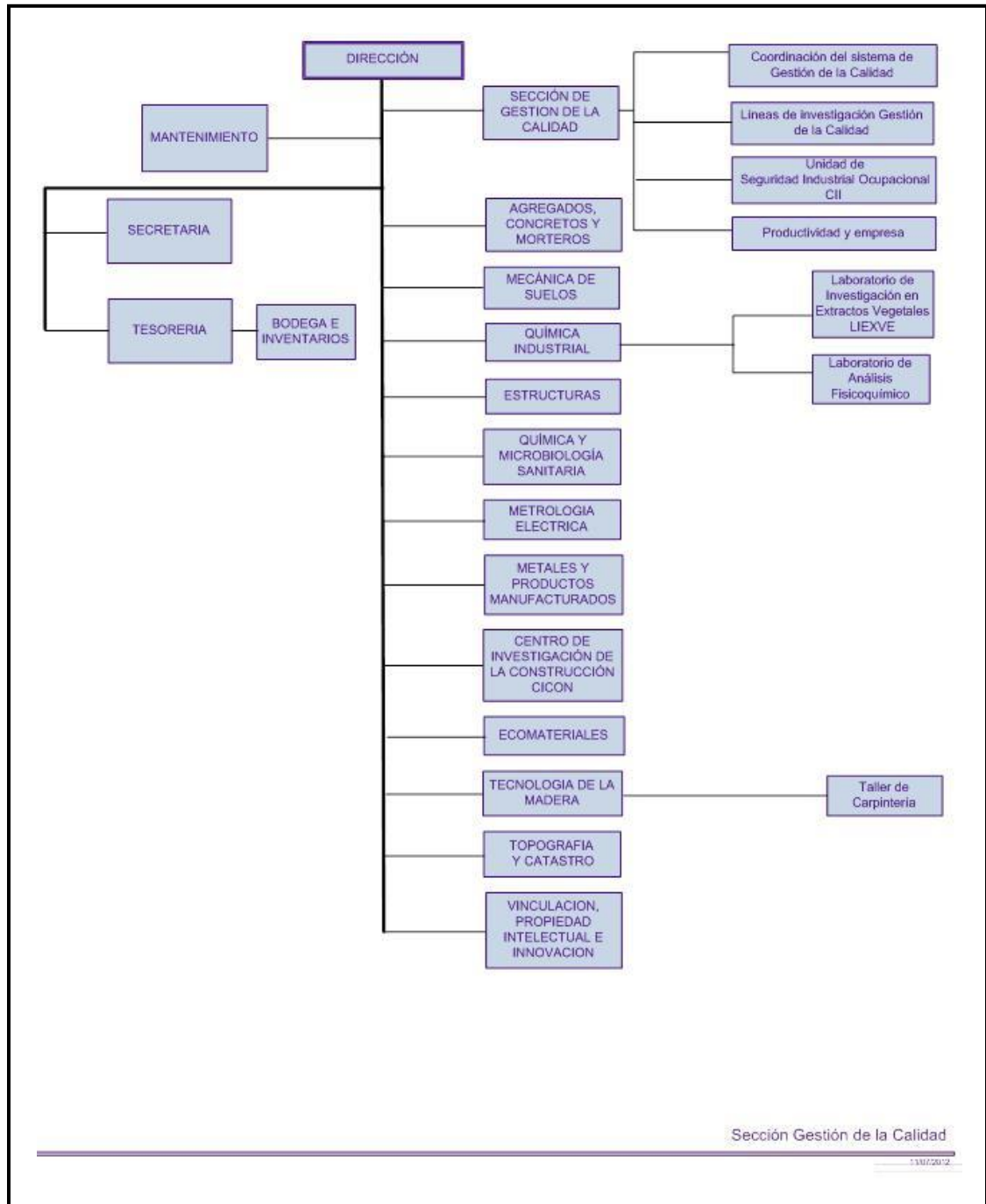
<sup>2</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 3 de octubre de 2014.

- **Funciones**
  - Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país, y que estén orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
  - Realizar programas docentes en áreas de su competencia para colaborar en la formación de profesionales y técnicos y promover la realización de trabajos de tesis en sus laboratorios.
  - Colaborar en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en los campos de la construcción y la ingeniería sanitaria.
  - Colaborar con los servicios de extensión universitaria.
  - Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de su competencia.
  - Realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría en materia de su competencia.
  - Actualizar, procesar y divulgar la información técnica y documental en las materias afines, en especial en el campo de la tecnología de los asentamientos humanos.

## **1.6. Organigrama**

Es del tipo vertical, ya que el mismo es jerárquico, con niveles de graduación de responsabilidad y poder en una dirección y disminución de niveles de autonomía y autoridad en el orden. En la figura 1 se muestra el organigrama general.

Figura 1. Organigrama general del CII



Fuente: FIUSAC. <http://cii.ingenieria-usac.edu.gt>. Consulta: 3 de octubre 2014.



## 1.7. Sección de Gestión de la Calidad

En el mes de marzo del año 2010 se oficializa la Sección de Gestión de la Calidad, teniendo como objetivo el desarrollo del Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para lograr la Acreditación de Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO/IEC 17025.

A partir del mes de junio del año 2010 se inició la formación del Sistema de Gestión de la Calidad para todo el centro de Investigaciones, centrado en el proceso de Acreditación de Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO 17025, en las secciones de Concretos, Metales, Química Industrial y Suelos; el cual se fue fortaleciendo en el transcurso del año 2011, por medio de un programa de capacitación continua al personal, así como con la implementación de la Política y de los Objetivos de Calidad, herramientas de Planificación Estratégica, formación de Comités de Calidad elaboración de documentación técnica e implementación de formatos y registros técnicos y de calidad en las cuatro secciones mencionadas.

En el CII se desarrolla investigación científica, cuyo propósito es el de contribuir en la prestación de servicios de Ingeniería de alta calidad para todos los sectores de la sociedad guatemalteca, cuya ejecución recae en el sistema de Gestión de la Calidad, comprometido en documentar, implementar y mantener la calidad en el servicio, en conformidad con la norma Coguanor NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 4 de octubre de 2014.

Figura 2. **Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: CII/USAC.

### **1.7.1. Ubicación**

Actualmente se encuentra ubicada en el área de Prefabricados del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), en la Ciudad Universitaria, zona 12. Desde el 2007 se encuentra bajo la dirección del ingeniero Oswin Melgar. Dicha sección está comprendida básicamente de un área Administrativa, en donde se encuentra el despacho del Ing. Melgar, un área de reuniones, una bodega y un área de Ensayos, en donde se llevan a cabo distintos procesos con fines educativos, para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

## 1.7.2. Objetivos

- General

Gestionar y mantener controles de calidad en los procesos administrativos y de servicio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por medio de la mejora continua, fomentando la investigación científica en las áreas de Seguridad Industrial, Producción e Innovación Industrial y Experimental, mediante la ejecución de políticas, estrategias y desarrollo sostenible en las áreas de investigación, desarrollando las líneas de investigación en el área de Gestión de la Calidad, Acreditación y Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO 17025, Desarrollo Humano, Seguridad Industrial y Producción y Empresa.<sup>4</sup>

- Específicos

- Documentar el sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería conforme a la norma Coguanor NGR/COPANT/ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Elaborar el Manual de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
- Desarrollar programas de prevención en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Desarrollar innovación en productos de limpieza por medio de componentes de producción y empresa.

---

<sup>4</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 4 de octubre de 2014.

- Desarrollar programas de investigación científica en las temáticas de Gestión de la Calidad, Seguridad Industrial y Ocupacional, Producción e Innovación Industrial y Experimental, Ingenio y Tecnología.

### **1.7.3. Misión**

Gestionar y mantener controles de calidad en los procesos administrativos y de servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por medio de la mejor continua y la atención en el Servicio al Cliente, manteniendo programas de capacitación al personal en las áreas de aseguramiento de la calidad, seguridad industrial y desarrollo humano, fomentando la investigación científica en las áreas de Gestión de la Calidad, Seguridad Industrial y Ocupacional, Producción e Innovación Industrial y Experimental, mediante la ejecución de políticas, estrategias y desarrollo sostenible en las áreas de investigación, desarrollando las líneas de investigación en el área de Gestión de la Calidad, Acreditación de Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO 17025, Desarrollo Humano, Gestión integral de proyectos.<sup>5</sup>

### **1.7.4. Visión**

A mediano plazo ser líderes en la organización administrativa y tecnológica, que consolide el desarrollo sostenible del Centro de Investigaciones de Ingeniería con un sistema de gestión integrado.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 4 de octubre de 2014.

<sup>6</sup> *Ibíd*

### **1.7.5. Políticas**

En la Sección de Gestión de la calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, trabajamos en la búsqueda de la mejora continua con el compromiso de documentar, implementar y mantener el sistema de Gestión de la Calidad de conformidad con la norma Coguanor NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. Así mismo desarrollamos la cultura de prevención de riesgos por medio de actividades de seguridad industrial y salud ocupacional, nos dedicamos a la investigación científica y al desarrollo de productos innovadores en el área de producción y empresa.<sup>7</sup>

### **1.7.6. Actividades**

Las actividades que desempeña la sección de Gestión de la Calidad consisten en brindar servicios de calidad en los ensayos que se efectúan en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para sustentar la confiabilidad de los mismos conforme a los requerimientos solicitados en la norma Coguanor NGR/COPANT/ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Cuyos objetivos residen en documentar, implementar y mantener el Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala conforme a la norma antes mencionada. Se logrará la acreditación de ensayos definidos en el alcance del Manual de la Calidad de este Centro y buscar soluciones eficientes y eficaces a las distintas demandas, en materia de ingeniería.

---

<sup>7</sup> CII/USAC. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 4 de octubre de 2014.

Como forma de apoyo, la sección de Gestión de la Calidad brinda sus instalaciones para la realización de las prácticas finales para todo estudiante de ingeniería que desee realizarlas, así como de tesis y tesis. El fin es facilitar a los estudiantes la búsqueda de un lugar para realizar su trabajo de graduación, y que busca a cambio, el incremento constante de la investigación para beneficio de la Facultad de Ingeniería.

### **1.7.7. Área de Ensayos para la investigación científica**

El área de Ensayos cuenta con maquinaria y equipo destinada a la práctica de distintos procesos que con los años se han ido formulando y que tienen como objetivo principal, la aplicación de la teoría obtenida en cada uno de los cursos del área de Producción de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial, a la práctica.

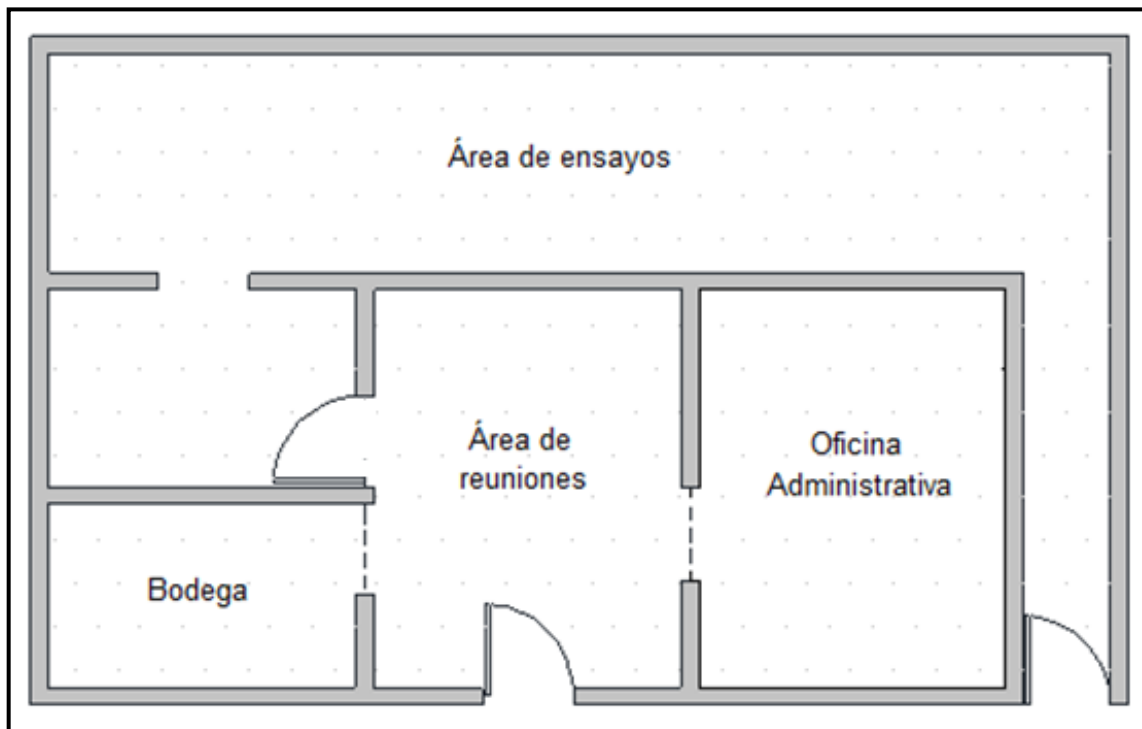
Dicha maquinaria es producto del acercamiento entre la sección de Gestión de la Calidad del CII y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt), cuya relación ha permitido desarrollar y fortalecer la infraestructura para la investigación científica y tecnológica consolidando a mediano y largo plazo, núcleos de excelencia en sectores y áreas estratégicas para el desarrollo nacional y el cumplimiento y la mejora continua de la investigación y docencia en la USAC. El conjunto de maquinaria que constituye el área de ensayos está comprendido de:

- Sierra de cinta
- Horno digital de convección forzada
- Prensa neumática
- Compresor de aire
- Balanza de precisión

- Taladro de pedestal
- Sierra de mesa
- Molino (*crusher*) para plásticos

Entre otros equipos y herramientas menores, y que para la aplicación del presente proyecto, únicamente se tiene contemplado involucrar a los primeros cinco equipos mencionados, debido a que el taladro de pedestal, la sierra de mesa y el molino, carecen del equipamiento necesario para su continua utilización y mantenimiento en el área de Ensayos.

Figura 3. **Vista de planta de las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2006.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE ENSAYOS DE LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL CII/USAC**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual de la sección de Gestión de la Calidad**

En este capítulo se abarcan todos los aspectos que involucra el diseño del plan de mantenimiento, iniciando por el análisis de la situación actual de la sección de Gestión de la Calidad, sus instalaciones y las condiciones de la maquinaria a quien va dirigido dicho plan.

Para la realización del diagnóstico de la sección de Gestión de la Calidad se empleó la técnica Foda, siendo necesario llevar a cabo entrevistas no estructuradas al ingeniero encargado de dicha sección dentro del CII y al personal involucrado en el presente proyecto. Se abarcó la búsqueda de información acerca de las funciones, objetivos y actividades que realiza en beneficio de la Facultad de Ingeniería.

Por medio de las relaciones entre la sección de Gestión de la Calidad y el Concyt se ha permitido fortalecer los procedimientos de investigación, mediante el financiamiento de maquinaria y equipo, aceptando la creación de lazos entre lo teórico y lo práctico dentro de los cursos de Producción, de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial.



### 2.1.1. Análisis Foda

Para obtener un adecuado diagnóstico de la sección de Gestión de la Calidad se procedió a utilizar la técnica de análisis Foda, cuya finalidad se centra en identificar y evaluar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, definiendo las soluciones de acuerdo a los objetivos planteados y así proponer las estrategias a establecer.

En la tabla I se presenta el diagnóstico realizado, y en la tabla II la matriz Foda que se obtuvo como resultado de dicho análisis.

Tabla I. **Diagnóstico de la sección de Gestión de la Calidad**

<b>SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>	
<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p><b>F1.</b> Ubicación que facilita la práctica de distintos ensayos.</p> <p><b>F2.</b> Equipo destinado para ampliar los procedimientos de investigación en el CII.</p> <p><b>F3.</b> Sistemas de calidad en continua mejora.</p> <p><b>F4.</b> Equipo de fácil operación y mantenimiento.</p> <p><b>F5.</b> Gran cantidad de estudiantes interesados en aplicar sus conocimientos.</p>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p><b>D1.</b> Personal insuficiente destinado específicamente para llevar a cabo el constante mantenimiento de la maquinaria.</p> <p><b>D2.</b> Espacio insuficiente para cumplir con la demanda del uso y cuidado de la maquinaria.</p> <p><b>D3.</b> Personal sin constante capacitación.</p> <p><b>D4.</b> Escaso interés de usuarios de maquinaria para su mantenimiento.</p> <p><b>D5.</b> Falta de planes que involucren a los estudiantes para el cuidado del equipo.</p> <p><b>D6.</b> Distribución inadecuada de la maquinaria.</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p><b>O1.</b> Asignación de actividades de investigación de mayor impacto científico dentro del CII.</p> <p><b>O2.</b> Reconocimiento del CII y la Facultad de Ingeniería ante instituciones internacionales.</p> <p><b>O3.</b> Integración de instituciones externas para la mejora de los procesos de investigación en el CII.</p> <p><b>O4.</b> Financiamiento de equipo y maquinaria por parte de instituciones como el Concyt.</p>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <p><b>A1.</b> Retiro de equipo y maquinaria del área de Ensayos por parte de instituciones financiadas.</p> <p><b>A2.</b> Disminución de apoyo del CII e instituciones externas a la USAC.</p> <p><b>A3.</b> Apertura de centros para la investigación en otras facultades en la USAC u otras universidades.</p> <p><b>A4.</b> Desasignación de actividades de investigación en la sección de Gestión de la Calidad y desintegración de la misma.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Matriz Foda

<p style="text-align: center;"><b>FACTORES INTERNOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACTORES EXTERNOS</b></p>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	F1. Ubicación que facilita la práctica de distintos ensayos.	D1. Personal insuficiente destinado específicamente para llevar a cabo el constante mantenimiento de la maquinaria.
	F2. Equipo destinado para ampliar los procedimientos de investigación del CII.	D2. Espacio insuficiente para cumplir con la demanda del uso y cuidado de la maquinaria.
	F3. Sistema de calidad en continua mejora.	D3. Personal sin constante capacitación.
	F4. Equipo de fácil operación y mantenimiento.	D4. Escaso interés de usuarios de maquinaria para su mantenimiento.
	F5. Gran cantidad de estudiantes interesados en aplicar sus conocimientos.	D5. Falta de planes que involucren a los estudiantes para el cuidado del equipo. D6. Distribución inadecuada de la maquinaria.
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS (FO)</b>	<b>ESTRATEGIAS (DO)</b>
O1. Asignación de actividades de investigación de mayor impacto científico dentro del CII.	Incrementar los esfuerzos para fomentar dentro de la Facultad de Ingeniería la práctica en nuevos procesos de investigación, mediante el apoyo de instituciones externas y utilizando el equipo actual. <b>(F1, F2, O1, O3)</b>	Mejorar los conocimientos del personal, mediante planes de capacitación que permitan respaldar los resultados obtenidos, brindando una excelente imagen ante las demás instituciones. <b>(D3, O2)</b>
O2. Reconocimiento del CII y la Facultad de Ingeniería ante instituciones internacionales.		
O3. Integración de instituciones externas para la mejora de los procesos de investigación en el CII.		
O4. Financiamiento de equipo y maquinaria por parte de instituciones como el Concyt.		
	Involucrar a los estudiantes para la operación y mantenimiento adecuado del equipo financiado por instituciones externas. <b>(F4, F5, O4)</b>	Ampliar las instalaciones del área de Ensayos a fin de tener una adecuada distribución de la maquinaria para que con la colaboración de otras instituciones generar procesos de investigación de mayor impacto científico. <b>(D2, D6, O1, O3)</b>
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS (FA)</b>	<b>ESTRATEGIAS (DA)</b>
A1. Retiro de equipo y maquinaria del área de ensayos por parte de instituciones financiadas.	Diseñar un plan de mantenimiento para la maquinaria del área de ensayos, a fin de evitar su deterioro y obsolescencia, permitiendo cubrir sus necesidades y cumplir las condiciones de las empresas financiadas para su óptimo uso y de las políticas del CII. <b>(F5, A1, A3, A4)</b>	Incrementar el personal destinado para el mantenimiento y cuidado de la maquinaria del área de ensayos. <b>(D1, D4, A1)</b>
A2. Disminución de apoyo del CII e instituciones externas a la USAC.		Brindar capacitación a los estudiantes para utilizar adecuadamente el equipo, y que se obtengan los resultados esperados de las investigaciones realizadas en el CII. <b>(D5, A1, A3)</b>
A3. Apertura de centros para la investigación en otras facultades de la USAC.		Incrementar el interés de las autoridades del CII e instituciones externas a la USAC para mejorar e incrementar la investigación en la Facultad de Ingeniería. <b>(D2, D4, A2)</b>
A4. Desasignación y desintegración de actividades de investigación en la sección de Gestión de la Calidad.		

Fuente: elaboración propia.

- **Definición de estrategias FO (Fortalezas y Oportunidades)**
  - Incrementar los esfuerzos para fomentar dentro de la Facultad de Ingeniería la práctica en nuevos procesos de investigación, mediante el apoyo de instituciones externas, y utilizando el equipo con que se cuenta actualmente dentro de la sección de Gestión de la Calidad. (F1, F2, O1, O3).
  - Fortalecer los sistemas de calidad ya establecidos en el CII dentro de los procedimientos de investigación, extensión y docencia para lograr un mayor reconocimiento nacional. (F3, O2).
  - Involucrar a los estudiantes dentro del plan de mantenimiento propuesto para la operación y cuidado conforme a las actividades establecidas dentro de dicho plan, destinado para el equipo financiado por instituciones externas. (F4, F5, O4).
  
- **Definición de estrategias DO (Debilidades y Oportunidades)**
  - Mejorar los conocimientos del personal mediante planes de capacitación permitiendo respaldar los resultados obtenidos brindando una excelente imagen ante las demás instituciones, en cumplimiento con las políticas del CII. (D3, O2).
  - Ampliar las instalaciones del área de Ensayos a fin de tener una adecuada distribución de la maquinaria y equipo para que con la colaboración de otras instituciones generar nuevos procesos de investigación de mayor impacto científico dentro del CII. (D2, D6, O1, O3).

- **Definición de estrategias FA (Fortalezas y Amenazas)**
  - Diseñar un plan de mantenimiento para la maquinaria del área de ensayos, a fin de evitar su deterioro y obsolescencia, cubriendo sus necesidades y cumpliendo las condiciones de las empresas financiadas para su óptimo uso y de las políticas de investigación, extensión y docencia del CII. (F5, A1, A3, A4).
  - Incrementar el interés de instituciones financiadas, ampliando la investigación científica mediante un adecuado sistema de calidad, que respalde los resultados obtenidos de acuerdo a los estándares a nivel internacional. (F2, F3, A2).
  
- **Definición de estrategias DA (Debilidades y Amenazas)**
  - Incrementar el personal destinado para el mantenimiento de la maquinaria del área de Ensayos, a fin de pueda cumplir con las expectativas del plan propuesto y del periodo de vida útil del equipo. (D1, D4, A1).
  - Brindar capacitación a los estudiantes para utilizar adecuadamente el equipo, y que con ello se obtengan los resultados esperados de las investigaciones realizadas en el CII. (D5, A1, A3).
  - Incrementar el interés de las autoridades del CII e instituciones externas a la USAC para mejorar e incrementar la investigación en la Facultad de Ingeniería y en beneficio de los mismos estudiantes. (D2, D4, A2).

## **2.2. Instalaciones del área de Ensayos**

Dentro del área de Ensayos se manejan una serie de factores importantes para realizar las actividades de investigación y para cumplir con las políticas de calidad del CII. De dichas actividades, en las cuales forman parte los mismos estudiantes de ingeniería, se han podido identificar ciertas causas que promueven el deterioro en el funcionamiento del equipo, los recursos y demás aspectos que conforman el área de ensayos, los cuales, provocan el efecto detectado en el presente análisis, que es la baja efectividad en los procesos de investigación realizados en las instalaciones de dicha área. Por medio de entrevistas no estructuradas y de un diagnóstico técnico sobre los procedimientos llevados a cabo por el personal y estudiantes de ingeniería, se procedió a elaborar un diagrama de Ishikawa que permita visualizar la problemática de manera objetiva y oportuna.

### **2.2.1. Análisis Ishikawa**

Para el análisis Ishikawa, de las instalaciones del área de ensayos de la sección de Gestión de la Calidad, se identificaron los 6 aspectos que conforman dicho diagrama, y cuyo propósito es el de detectar la baja efectividad en los procesos de investigación. La causa raíz detectada es el hecho de que no existan procedimientos de trabajo definidos dentro de dicha área. Tales aspectos se detallan a continuación:

- Medio ambiente
  - Con el pasar del tiempo se ha ido acumulando materiales para su utilización en los procesos, sin embargo ya no cumplen la finalidad que se tenían previsto y se transforman en basura, afectando

directamente tanto el adecuado desempeño de los estudiantes como el de la misma maquinaria.

- Las conexiones eléctricas instaladas, para alimentar a la maquinaria no es la adecuada, ya que el calibre de cable eléctrico utilizado no es el idóneo, y los tomacorrientes se encuentran deteriorados por utilizarlos a una capacidad mayor a la soportada.
  - Debido a la poca cultura de limpieza en los procesos, luego de realizar ensayos, el área se encuentra constantemente sucia, dando una mala impresión.
  - Producto de la gran cantidad de material inservible y a la humedad dentro del área de Ensayos se ha propagado plagas como cucarachas, dentro de las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad.
- Maquinaria y equipo
    - A pesar de que la maquinaria y el equipo no ha requerido de una reparación mayor, aun no se cuenta con un plan de mantenimiento que contemple aspectos básicos como limpieza general, lubricación y revisión de partes y accesorios.
    - De acuerdo al espacio con que se cuenta dentro del área de ensayos, la distribución de maquinaria no es la adecuada, debido que hay cierto equipo que requiere de mayor superficie para su operación y mantenimiento.
    - El equipo de protección para operar la maquinaria no es suficiente, y el que se posee está deteriorado, provocando incidentes, que de no corregirse pueden transformarse en accidentes.

- Tanto la maquinaria como el equipo tienen la apariencia de encontrarse deteriorado por la misma falta de interés de establecer actividades de mantenimiento.
- Mano de obra
  - Producto de la poca organización, el personal trabajador como estudiante desconoce de procedimientos básicos de mantenimiento, y de las especificaciones técnicas del equipo.
  - Existe la necesidad de generar propuestas para desarrollar capacitaciones dentro de la sección de Gestión de la Calidad, a fin de dar a conocer las actividades realizadas, procedimientos, responsabilidades y obligaciones dentro de las instalaciones.
  - El personal para llevar a cabo las tareas de limpieza, mantenimiento y organización no es suficiente, para que produzcan los resultados esperados.
  - Debido a la falta de cumplimiento de reglas y normas dentro del área de Ensayos, muchos estudiantes no cumplen instrucciones para el adecuado comportamiento dentro de las instalaciones.
- Materia prima
  - Debido a la reutilización de materiales en el área de Ensayos, se carece de planes de planes de reciclaje, específicamente de polialuminio, proceso que se propone diseñar, investigar y establecer.
  - La bodega que contiene todo el material a procesar se encuentra en total desorden, tanto así que la salida de emergencia se encuentra

obstaculizada por la falta de una adecuada organización dentro de las instalaciones del área de Ensayos.

- El material almacenado se encuentra deteriorado produciendo que ya no sea aplicable a los procesos que se llevan a cabo en el área de Ensayos.
- Dentro de las actividades en el área de Ensayos, en su afán de aprovechar todo material reutilizable, se acumula también material no útil, generando un problema para la adecuada organización de la materia prima.

- Medición

- El equipo de medición que se posee como el vernier, resulta siendo de difícil comprensión para los estudiantes debido a la falta de instrucciones sobre su utilización.
- En diversas situaciones el equipo no se da a vasto por la gran cantidad de estudiantes que lo utilizan, produciendo que el mismo sea insuficiente para cumplir la demanda.
- Se carece de equipamiento para medir los resultados de los ensayos realizados y determinar si los mismos cumplen de manera satisfactoria los propósitos planteados.

- Método

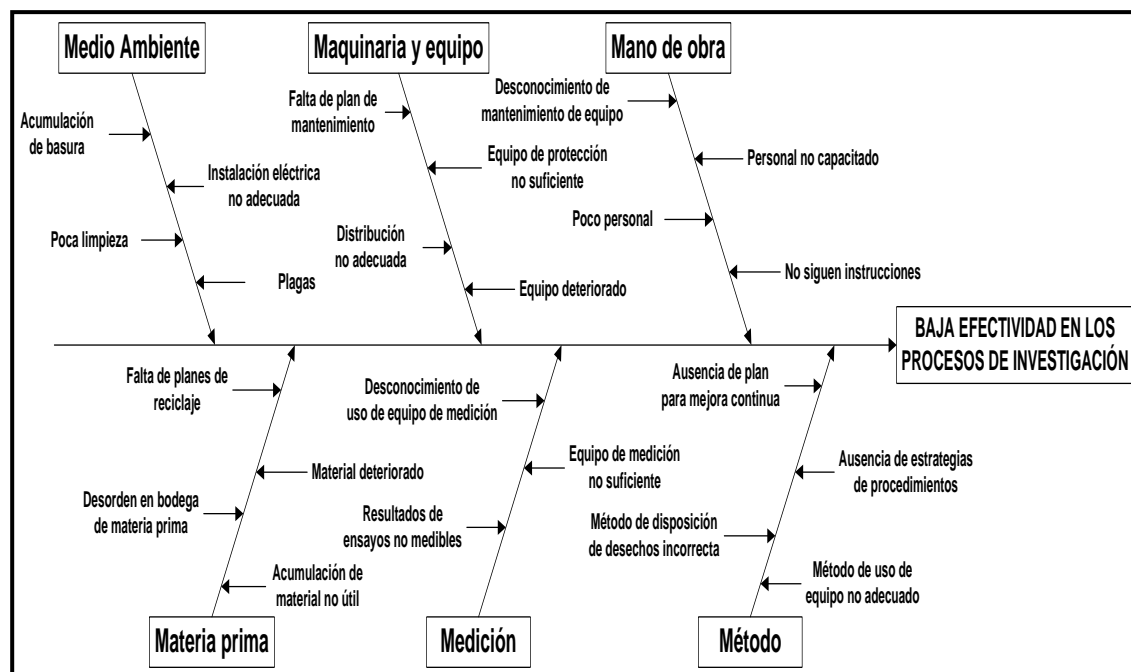
- Los procedimientos establecidos carecen de planes que tengan como finalidad la mejora continua, a fin de que los resultados de los procesos sean cada vez mejores.



- Muchas operaciones que implican utilizar el equipo o maquinaria, no se encuentran registradas de manera impresa, para emplear estrategias que aporten a la optimización de los procesos.
- Existe una mala disposición de desechos, que produce alteraciones en los procesos elaborados, afectando las condiciones del equipo y de las instalaciones en general.
- El método de operación de la maquinaria y equipo no es la idónea, que a largo plazo podría generar desperfectos o accidentes evitables.

En la figura 4 se muestra el diagrama Ishikawa de las instalaciones del área de Ensayos de la sección de Gestión de la Calidad:

Figura 4. Diagrama Ishikawa del Área de Ensayos



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Causa raíz: falta de procedimientos de trabajo dentro de área de Ensayos.

## **2.2.2. Maquinaria y equipo**

Como se mencionó, la maquinaria y equipo que conforma el área de Ensayos es una prensa neumática, un horno digital, una sierra de cinta, un compresor de aire y una balanza de precisión, para los cuales y para su conservación, el tipo de mantenimiento actualmente aplicado, es el mantenimiento correctivo. Este consiste básicamente en la reparación de las averías o fallas a medida que se van presentando. Dado a que dicha situación no ha variado desde que la maquinaria fue adquirida, las únicas actividades de mantenimiento preventivo que se han realizado, se han enfocado únicamente en la limpieza exterior de las máquinas, aunque se realizan sin una frecuencia previamente establecida.

Es por ello, que a fin de mantener a todas las máquinas en condiciones de funcionalidad y de operación útiles se deben de detectar los problemas actuales que producen dichas fallas, y con estos fijar objetivos que permitan establecer un sistema de conservación de la maquinaria. Ello a través de un plan de mantenimiento preventivo específico para cada equipo del área de Ensayos, que contemple inspecciones periódicas, detección y prevención de fallas futuras. Para ello se procedió a realizar un análisis Ishikawa que evalúe todos los aspectos que afectan directamente a la maquinaria y equipo y que promuevan el deterioro progresivo del mismo.

### **2.2.2.1. Análisis Ishikawa**

Para el análisis Ishikawa de la maquinaria y equipo se identificaron los 6 aspectos que conforman dicho diagrama, y cuyo propósito es el de detectar las causas que provocan la ausencia de procedimientos de mantenimiento preventivo en el área de Ensayos. Tales aspectos se detallan a continuación:

- Medio ambiente
  - Muchas veces con el propósito de aprovechar material reciclable en los procesos de investigación, con el pasar del tiempo se ha ido acumulando demasiado, transformándose en basura, lo que afecta directamente a la maquinaria, al ambiente y a los esfuerzos por emplear procedimientos de mantenimiento.
  - Al igual que el exceso de material basura afecta a la maquinaria permite la existencia de plagas, lo cual impide el adecuado desenvolvimiento de los procesos en el área de ensayos.
  - La misma acumulación de material, enlazado con la escasa preocupación de los visitantes al área de Ensayos, produce que las instalaciones se encuentren constantemente sucias.
  - Debido a un desperfecto en las instalaciones del área de Ensayos, en los periodos de lluvia, existen filtraciones de agua, creando humedad, y aportando a que las condiciones de trabajo no sean las óptimas.
  
- Maquinaria y equipo
  - Debido a que la maquinaria se encuentra a disposición de cualquier persona, los usuarios muchas veces hacen mal uso de la misma.
  - El espacio dentro del área de ensayos es demasiado reducida para que la distribución de maquinaria sea la óptima, y para la implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo y el almacenaje de los recursos a utilizar.
  - Las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos son desconocidos por parte de los usuarios por la falta de registros.

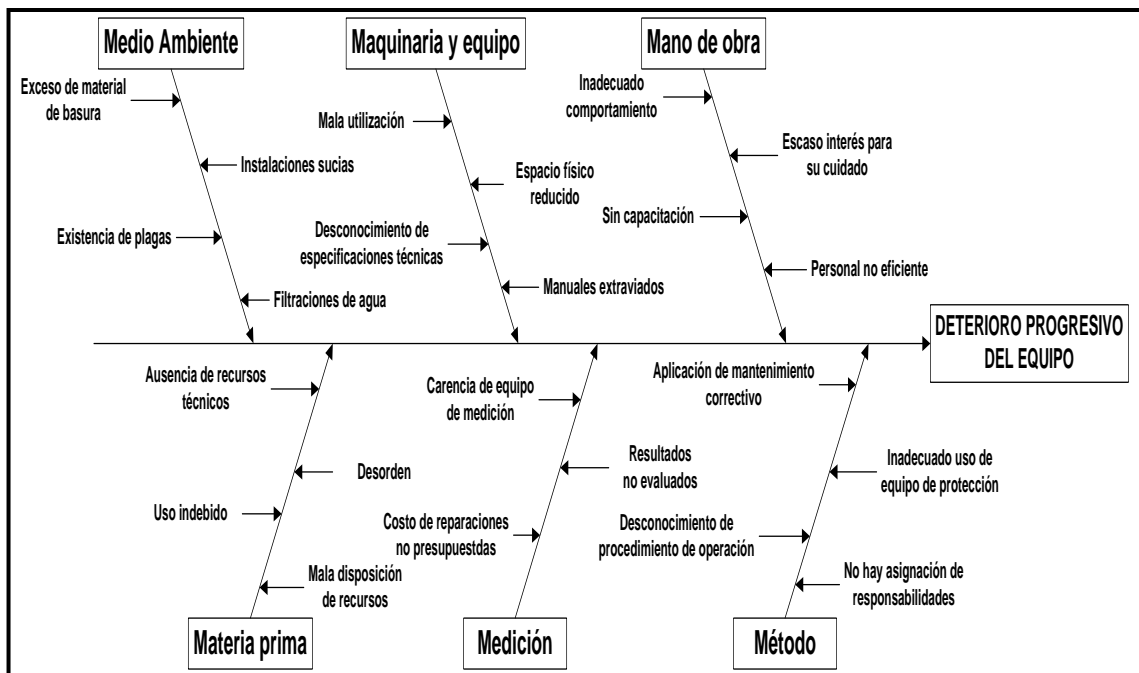
- Los manuales proporcionados por las empresas distribuidoras y fabricantes se encuentran en la actualidad extraviados, impidiendo conocer de manera práctica la información sobre la maquinaria.
- Mano de obra
  - En ocasiones los estudiantes que realizan sus ensayos dentro de las instalaciones, no tienen un adecuado comportamiento al momento de operar el equipo o al emplear los insumos.
  - A fin de dar a conocer las actividades que se realizan, procedimientos, responsabilidades y obligaciones dentro de las instalaciones del área de ensayos, los usuarios de la maquinaria deben de ser previamente capacitados para posteriormente utilizarla.
  - Debido al incremento constante en la demanda por utilizar el equipo, muchas veces es sometido a periodos de trabajo excesivo, sin tomar en cuenta sus necesidades de mantenimiento.
  - El escaso interés del personal y de los usuarios del equipo aporta a que no exista una iniciativa por diseñar e implementar procedimientos de mantenimiento preventivo.
- Materia prima
  - Debido a la ausencia de recursos técnicos cuya única función esté destinada para la adecuada operación de la maquinaria, impide que los mismos sean bien utilizados.
  - Los materiales utilizados para los procesos de investigación se encuentran mal almacenados, propiciando un desorden en el área de Ensayos.

- Los materiales almacenados, en ocasiones no son aprovechados adecuadamente, debido al uso indebido que provoca la generación innecesaria de material de desperdicio.
  - Luego de finalizar los ensayos, el remanente de los materiales utilizados y de desperdicio, no son desechados, siendo necesario una adecuada planificación para su disposición.
- Medición
    - El carecer de equipamiento de medición impide que los resultados de los ensayos realizados cumplan con exactitud y mejore de manera continua los procedimientos empleados.
    - Los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos o procedimientos, en los que se involucra la maquinaria, no son evaluados, impidiendo llevar un registro sobre su efectividad.
    - A falta de iniciativa sobre la implementación de procedimientos de mantenimiento para la maquinaria, no existe una referencia o presupuesto, sobre los costos de reparación en caso de ser necesario.
- Método
    - En la actualidad los procedimientos de mantenimiento empleados son de manera correctiva, que consiste únicamente en limpiar el exterior del equipo sin verificar si requiere de reparación o lubricación.
    - El escaso equipo de protección, no es utilizado de manera adecuada, producto de la falta de procedimientos definidos, durante la realización de ensayos.

- Producto de la escasez de información de la maquinaria, y a la inexistencia de procedimientos definidos de operación del equipo, los usuarios no se encuentran capacitados para utilizarlo.
- Antes, durante y después de operar la maquinaria o realizar algún ensayo, no existe una asignación de las responsabilidades para mantener en óptimas condiciones todos los recursos.

En la figura 5 se muestra el diagrama Ishikawa de la maquinaria y equipo del área de Ensayos de la sección de Gestión de la Calidad:

Figura 5. Diagrama Ishikawa de la maquinaria y equipo



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Causa raíz: falta de control sobre estado y funcionamiento del equipo.

### **2.3. Mantenimiento de equipos**

Para la realización del análisis sobre el mantenimiento general en los equipos se empleó la técnica Ishikawa, la cual, analiza las causas que provocan un efecto nocivo en el funcionamiento de la maquinaria ante la ausencia de un plan de mantenimiento que contemple las necesidades requeridas para su óptimo funcionamiento. Para su realización se procedió a investigar las diferentes causas que provocan el deterioro constante en la maquinaria y los efectos a largo plazo que estas inducen.

Dentro de dicho análisis se logró determinar ciertas causas comunes en cuanto a factores de mano de obra, materia prima, medio ambiente y demás que afectan de manera directa el equipo. Se formula de esta manera el efecto, para posteriormente incluir dichas fallas en la búsqueda de soluciones que disminuyan de manera continua la problemática actual.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un diagrama que contiene el análisis Ishikawa sobre el mantenimiento general en los equipos, el cual se presenta a continuación.

#### **2.3.1. Análisis Ishikawa de mantenimiento**

Por medio de entrevistas no estructuradas tanto al jefe de la sección de Gestión de la Calidad como a los estudiantes y no estudiantes que utilizan el equipo en cuestión, se pudo detectar la necesidad en enfocarse en las fallas en la maquinaria, ante la ausencia de un plan de mantenimiento que permita el adecuado funcionamiento de la misma. Es de vital importancia la identificación de las causas que provocan las fallas en la maquinaria de la sección de Gestión

de la Calidad, para luego realizar un análisis con el propósito de solucionar los problemas encontrados.

Para el análisis Ishikawa, sobre la carencia de un plan mantenimiento para la maquinaria, se definió como el efecto a las causas identificadas, las fallas o desperfectos en los equipos. Es de mencionar que debido a la variedad y complejidad de las causas por las cuales un equipo pudiera fallar, se determinaron los elementos principales o causas más importantes que originan este problema, y de las cuales, depende directamente el óptimo funcionamiento de dicha maquinaria, que de acuerdo a lo diagnosticado es:

- Medio ambiente
  - En todos los procesos que involucran los ensayos realizados en el área donde está ubicada la maquinaria se generan residuos contaminantes que afectan en el funcionamiento correcto de dicho equipo.
  - De acuerdo al diagnóstico realizado el área de Ensayos es demasiado reducido producto de la gran cantidad de materiales y equipo ajenos a la finalidad que se tiene al área de Ensayos.
  - Debido a la existencia de distintos obstáculos en el área de Ensayos se puede detectar que las condiciones de trabajo no son las más seguras.
  - Existe una gran cantidad de humedad durante la temporada lluviosa, lo que induce en el deterioro progresivo tanto de los equipos debido a la corrosión existente en sus partes, así como en general del área de Ensayos.



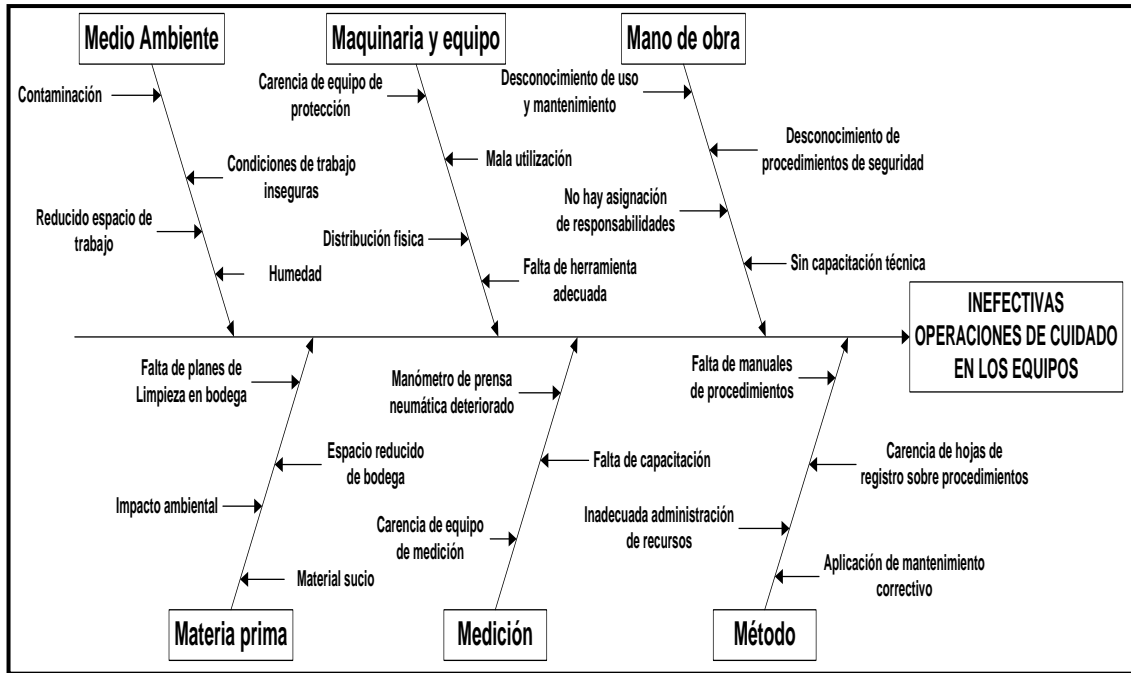
- Maquinaria y equipo
  - La distribución física de la maquinaria y el equipo no es la más idónea, de acuerdo a la cantidad de espacio que se posee actualmente en el área de Ensayos.
  - Se carece de herramienta adecuada para el mantenimiento de la maquinaria y su operación durante la realización de cualquier tipo de ensayo.
  - Desde su puesta en funciones, la maquinaria no ha sido utilizada de la mejor manera, lo cual a la larga ha ido provocando que se deteriore e impida que los ensayos realizados muestren los resultados esperados.
  - Durante la operación de la maquinaria y equipo se carece de implementos de protección suficientes para la demanda existente.
  
- Mano de obra
  - Se carece de una capacitación para ejecutar las tareas de mantenimiento requeridas en cada una de las máquinas.
  - Dentro de la sección de Gestión de la Calidad no existe una adecuada asignación de responsabilidades en cuanto al cuidado antes, durante y después de operar cada una de las máquinas, lo que empeora la problemática principal.
  - Las personas que utilizan el equipo desconocen el uso adecuado de cada una de las máquinas, debido a la falta de señales que indiquen los procedimientos adecuados de operación.
  - Debido al desconocimiento de la operación del equipo se ignoran de igual manera los procedimientos de seguridad establecidos.

- Materia prima
  - En la actualidad se carece de planes de limpieza para los usuarios de la maquinaria tanto en el área de Ensayos como de bodega, lo que afecta de manera directa su funcionamiento.
  - Producto del desconocimiento sobre el manejo de desechos, los residuos restantes provocan un impacto ambiental nocivo para el área de Ensayos, la maquinaria, así como para la sección de Gestión de la Calidad en general.
  - El espacio destinado para el almacenamiento de materia prima no es la idónea debido a que es demasiado reducida, lo que provoca un aglutinamiento junto con el equipo en cuestión.
  - El material utilizado en ocasiones está sucio y con residuos de basura, lo que genera fallas en las máquinas por obstrucciones y desgaste debido a la falta de interés de los usuarios.
  
- Medición
  - En la actualidad el manómetro de la prensa neumática se encuentra defectuoso debido a la no adecuada y constante utilización que se le da, desde su puesta en funciones.
  - Se carece una capacitación que permita la inducción a nuevos estudiantes sobre los procedimientos de medición, de acuerdo los instrumentos utilizados en cada una de las maquinas.
  - Es necesaria que para la capacitación se tenga el equipo necesario para su desarrollo, ya que en la actualidad no se posee.

- Método
  - La maquinaria no posee manuales de procedimientos de operación o sobre sus especificaciones técnicas, lo que dificulta su uso y permite que la misma no sea utilizada de la mejor manera.
  - Actualmente se aplica el mantenimiento correctivo en todas las máquinas para reparar los desperfectos o averías que se presentan.
  - Los recursos destinados para la adecuada utilización de la maquinaria se encuentra extraviada o deteriorada debido al mal manejo que se le da y a la falta de organización.
  - Es necesario que dentro del plan de mantenimiento se establezcan hojas sobre especificaciones técnicas de cada uno de los equipos, así como de registros sobre los procedimientos de mantenimiento propuestos.

En la figura 6 se muestra el diagrama Ishikawa de mantenimiento que analiza las causas que provoca las inefectivas operaciones de cuidado en los equipos de la sección de Gestión de la Calidad:

Figura 6. Diagrama Ishikawa de mantenimiento



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Causa raíz: ausencia de plan de mantenimiento preventivo para el equipo.

## 2.4. Plan de mantenimiento

El diseño del plan de mantenimiento para la maquinaria del área de Ensayos de la sección de Gestión de la Calidad del CII/USAC se basa en la necesidad de evitar que el personal de ingeniería, estudiante o no estudiante, carezcan de equipo en óptimas condiciones para llevar a cabo ensayos en los cursos, o para el avance de los procedimientos de investigación del CII, producto de desperfectos en las máquinas, y a la vez, impedir altos costos de mantenimiento correctivo para efectuar las reparaciones necesarias.

Es por ello que el mantenimiento de dichos equipos deberá de pasar a ser una especie de servicio alterno, cuya gestión se desarrolle paralela a su operación, y de manera consecuente, ambos sistemas deberían de ser objeto de similar atención, aunque en la actualidad la educación de los usuarios para con los equipos, demuestra que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

#### **2.4.1. El mantenimiento preventivo**

Para llevar a cabo el diseño del plan de mantenimiento se debe detallar la finalidad del mantenimiento preventivo en los equipos, el cual se puede definir como la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas previstas como necesarias, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continúa. Es decir, el mantenimiento preventivo se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.

Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla. En definitiva se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que se han producido.


## **2.4.2. Inventario de maquinaria**

Actualmente la sección de Gestión de la Calidad carece de un inventario de la maquinaria, que permite conocer de forma clara y sencilla la información primordial de cada de ellas y determine el grado de importancia de las mismas dentro del área de Ensayos.

Dentro del inventario de la maquinaria realizada se describen los datos siguientes:

- Número de inventario: número correlativo designado a cada una de las máquinas.
- Nombre: se refiere al nombre de la máquina o como se le conoce en el área de Ensayos.
- Marca: empresa fabricante de la máquina.
- Modelo: tipo de modelo de la maquinaria.
- Serie: número de serie de cada maquinaria, si lo tiene.
- Costo estimado: valor económico aproximado de acuerdo a las condiciones del mercado actual. Estos precios fueron obtenidos con base en las cotizaciones realizadas, en el momento de adquirir cada una de dichas maquinas.

Tabla III. **Inventario de maquinaria**

 <b>INVENTARIO DE MAQUINARIA</b>					
<b>Núm.</b>	<b>Nombre de máquina</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serie</b>	<b>Costo estimado</b>
1.	Prensa neumática	MEGA	KCK-50 AL	-----	Q. 20 600,00
2.	Horno digital de convección forzada	SERPROMA	FS-3	-----	Q. 25 950,00
3.	Sierra de cinta	SCHEPPACH	M90141	51300039	Q. 9 700,00
4.	Compresor de aire	BLACK BULL TOOLS	CYCLONE	-----	Q. 5 790,00
5.	Balanza de precisión	RADWAG	PS 6000-C-1	-----	Q. 9 975,00

Fuente: elaboración propia.

### **2.4.3. Códigos de registro de maquinaria**

A fin de tener un mejor control y orden de cada uno de los equipos que forman parte del área de Ensayos, la sección de Gestión de la Calidad posee un código para cada máquina, proporcionado por el Concyt. Su financiamiento y apoyo hacia el CII obliga a poseer un registro, que contemple el número de proyecto que se financia y el número de serial establecida y con la cual ambas instituciones se vean beneficiadas, facilitándoles el trabajo administrativo para la adecuada gestión del equipo, haciéndolo más eficiente.

La codificación de la maquinaria existente en el área de Ensayos se realiza con base en el número de proyecto aprobado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fodecyt), y el año de su aprobación, además de la designación de un número de serie que identifique de manera individual cada

uno de los equipos. Es de mencionar que toda la maquinaria cuenta con su registro, a excepción de la sierra de cinta, cuyo código aun se encuentra en proceso de trámite. En la tabla IV se describe la estructura de los códigos de registro asignados al equipo:

Tabla IV. **Códigos de registro de maquinaria**

<b>Máquina</b>	<b>Fodecyt</b>	<b>Núm. De proyecto</b>	<b>Año</b>	<b>Núm. de serie</b>
Prensa neumática	FOD	54	2012	002A4376
Horno digital				002A436A
Sierra de cinta				-----
Compresor				002DC412
Balanza de precisión				00295209

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.4. Recursos técnicos**

Disponer de los recursos técnicos necesarios para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo resulta siendo un factor indispensable ya que permite realizar las actividades de conservación de una manera eficiente y que dicho plan cumpla con todos los objetivos por los cuales fue diseñado. Los recursos técnicos recomendados para la sección de Gestión de la Calidad son:



- Recomendaciones del fabricante

Las recomendaciones de los fabricantes se obtienen a través de los manuales de la maquinaria que ellos proporcionan, en los cuales, se encuentra indicado el lapso con la que debe inspeccionarse el equipo, realizarle mantenimiento y cambiar las piezas, así como sus intervalos de lubricación, en caso aplique. En dado caso la maquinaria no posea tales recursos se debe de seguir las recomendaciones propias que pudieran tener máquinas similares o recomendaciones de empresas o instituciones que lleven a cabo el mismo proceso de trabajo.

- Recomendaciones de maquinas similares

En ocasiones el mantenimiento que se le realizan a las máquinas que son similares a los que se poseen son semejantes, esto permite tomar como referencia los periodos de mantenimiento necesarios para el equipo, así como de un promedio de tiempo de vida útil de alguna de sus piezas. De esta manera se permite comparar con la máquina o el equipo a la cual se le diseña el plan de mantenimiento preventivo y definir las actividades en que va a consistir dicho plan. A manera de ejemplo, en el anexo 4 se presenta el manual del fabricante de la sierra de cinta.

- Registros de control de maquinaria

Los registros de control dentro del plan de mantenimiento permiten que las inspecciones, reparaciones o actividades generales de conservación se realicen teniendo la información necesaria sobre cualquier tipo de operación efectuada con anterioridad. De esta manera, no solo existe un registro sobre las actividades de mantenimiento, sino también bitácoras que ofrezcan una ayuda

sobre las necesidades inmediatas del equipo en cuestión, como cambio de piezas, lubricación, y otras. Llevar una adecuada documentación de lo realizado y de los resultados obtenidos permite progresar en los trabajos de mantenimiento, a fin de tener una guía o referencia sobre posibles fallas que pudieran surgir en el futuro. Como parte del diseño del plan de mantenimiento propuesto se procedió a elaborar una ficha de control, que contenga los aspectos antes descritos, el cual se muestra en la página 80 del presente informe.

- Documentación técnica

Además de los recursos técnicos antes mencionados se debe contar con una fuente de información referente al mantenimiento en los equipos, para que de esta manera se pueda asociar dicha información, con la maquinaria a quien va dirigido el plan de mantenimiento. Se tratará la manera de que las actividades que conforman el programa, cumplan el objetivo. En la tabla V se presenta la documentación técnica mínima recomendada en la sección de Gestión de la Calidad:

Tabla V. **Documentación técnica recomendada**

Manuales de operación de los equipos	Registro de procedimientos
Libros sobre mantenimiento	Reglamentos y normas
Manuales de ingeniería	Registro de fallas
Información de proveedores	Manuales de seguridad industrial
Diccionario sobre conceptos mecánicos	Bitácoras

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.5. Actividades generales de mantenimiento**

Producto de la importancia del mantenimiento de los equipos para la prolongación de su vida útil y para que continúen funcionando adecuadamente, se han determinado una serie de actividades generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estas constituyen la base de las actividades de mantenimiento del plan propuesto para cada uno de los equipos, cuya aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada máquina. Estas actividades se presentan en la tabla VI:

Tabla VI. **Actividades generales de mantenimiento**

<b>Núm.</b>	<b>Actividad</b>
1.	Inspección de condiciones ambientales
2.	Revisión externa del equipo
3.	Limpieza externa
4.	Revisión interna del equipo
5.	Limpieza interna
6.	Lubricación y engrase
7.	Ajuste y calibración
8.	Verificación y limpieza de accesorios
9.	Reemplazo de partes
10.	Revisión de componentes electricos
11.	Pruebas de funcionamiento

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.6. Prensa neumática**

Es un equipo utilizado para ejercer presión, en el caso de los procesos realizados en el área de Ensayos, a materiales contenidos en moldes especiales para darles una forma específica, hasta un máximo de 50 toneladas. Cuyo diseño compacto y funcional permite proteger todos los elementos hidráulicos dentro del chasis, ahorrando de esta manera espacio en el área de Ensayos.

Esta se encuentra equipada por un cilindro de simple efecto con retorno automático, cuya presión puede ser ejercida mediante diferentes opciones de bombas: manuales de una o dos velocidades, manual-neumáticas o eléctricas en función de la velocidad de trabajo requerida y medida mediante un manómetro en unidades en toneladas y en psi, integrado con amortiguación y ubicado dentro del chasis para prolongar su vida útil, el cual, debido a su posicionamiento a la altura de los ojos, facilitan su lectura.

Al momento de ejercer la presión, la bomba neumática de la prensa debe estar conectada al compresor o bien, si se desea realizarlo manualmente, mediante un accionamiento de palanca. Posee un cabrestante para una manipulación fácil y rápida de la mesa de trabajo, así como la posibilidad de ajustarla a diferentes alturas para que el husillo extensible tenga un acercamiento más rápido y preciso a la posición de trabajo. Antes de realizar cualquier tipo de ensayo es de tomar en cuenta el posicionamiento de los apoyos en V con guía de sujeción y orificio de extracción para que el material u objeto a compresión se encuentre nivelado, a modo que la presión ejercida se realice de manera uniforme.

### 2.4.6.1. Especificaciones técnicas

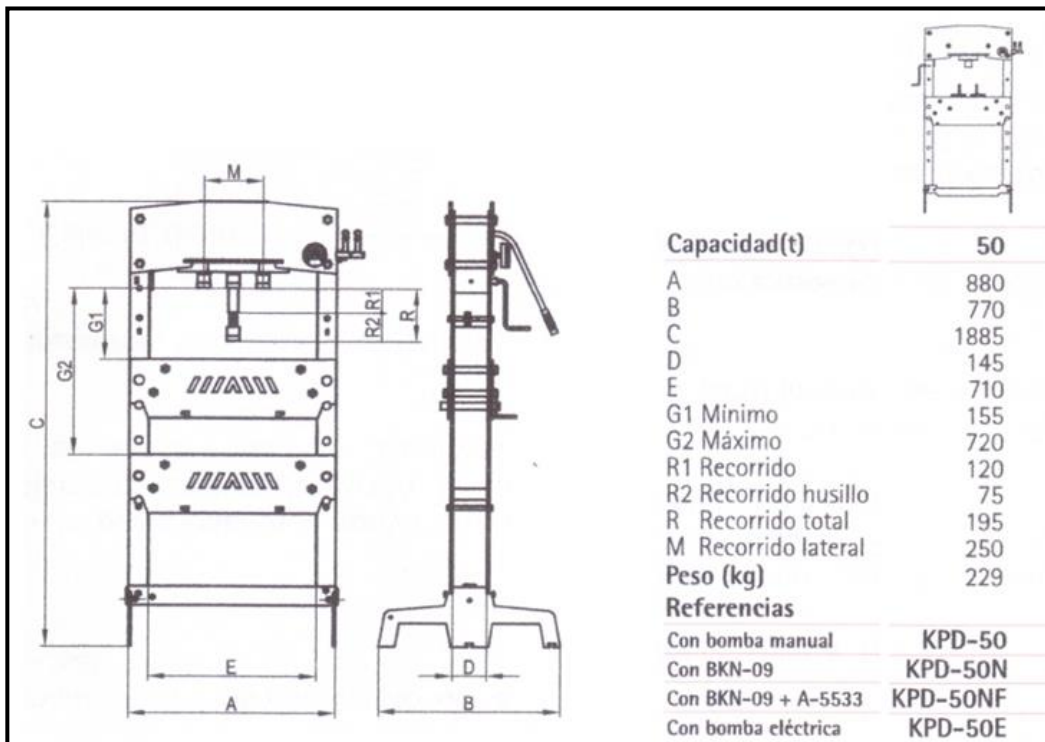
Se presentan en la tabla a continuación:

Tabla VII. Especificaciones técnicas de la prensa neumática

1.	<b>Funcionamiento:</b>	Neumático y manual
2.	<b>Capacidad:</b>	50 toneladas
3.	<b>Peso:</b>	229 kg.
4.	<b>Manómetro en:</b>	Toneladas y lb/plg <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Capacidad de la prensa neumática



Fuente: MEGA

### 2.4.6.2. Rutinas

Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas de acuerdo a los períodos de ejecución necesarios para la prensa neumática se presentan en las tablas a continuación:

Tabla VIII. **Rutinas de mantenimiento diario de la prensa neumática**

Actividades diarias		Sí cumple	No cumple
1.	Verificar estado de accesorios para accionamiento manual y neumático.	Palanca de accionamiento manual	
		Perilla de operación	
		Manómetro	
		Manguera neumática	
		Accionamiento neumático	
2.	Verificar el ajuste de cilindro de prensa.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Rutinas de mantenimiento semanal de la prensa neumática**

Actividades semanales		Sí cumple	No cumple
1.	Limpieza general de chasis.	Cabrestante	
		Cilindro de prensa	
		Husillo	
		Chasis	
		Apoyos en V	
2.	Revisar estado de manómetro.		
3.	Verificar y ajustar poleas de soporte de mesa de trabajo.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Rutinas de mantenimiento mensual de la prensa neumática**

<b>Actividades mensuales</b>		<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>1.</b>	Verificar recorrido de husillo y cilindro de prensa.		
<b>2.</b>	Eliminar corrosión existente en apoyos en V y en partes de la prensa.		
<b>3.</b>	Verificar recorrido de husillo y cilindro de prensa.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Rutinas de mantenimiento semestral de la prensa neumática**

<b>Actividades semestrales</b>		<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>1.</b>	Lubricar husillo extensible.		
<b>2.</b>	Lubricar cabezal del cilindro.		
<b>3.</b>	Verificar ajuste de tuercas de cabrestante.		
<b>4.</b>	Verificar funcionamiento a altas presiones.		

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.6.3. Instrucciones de operación

Las instrucciones para operar adecuadamente la prensa neumática se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XII. **Instrucciones de operación de la prensa neumática**

<b>Pasos</b>	<b>Operación</b>
1.	Retirar cilindros de soporte para ajustar altura de la mesa de trabajo.
2.	Girar manivela para ajustar altura de mesa.
3.	Colocar nuevamente cilindros de soporte.
4.	Verificar que los cables no se encuentren tensados.
5.	Verificar posicionamiento de apoyos en V.
6.	Colocar molde u objeto a realizársele la compresión sobre la mesa de trabajo.
7.	Girar cilindro de prensa hasta posicionarlo sobre el objeto.
❖	<b>Operación por accionamiento manual</b>
1.	Colocar palanca de accionamiento manual.
2.	Activar perilla de operación de prensa.
3.	Manipular palanca hasta alcanzar la compresión deseada.
4.	Leer presión en manómetro.
5.	Luego de finalizar la compresión, liberar la perilla de operación para retirar el objeto de la prensa.
❖	<b>Operación por accionamiento neumático</b>
1.	Conectar manguera de aire.
2.	Verificar compresor.
3.	Activar perilla de operación de prensa.
4.	Manipular comando neumático hasta alcanzar la compresión deseada.
5.	Leer presión en manómetro.
6.	Luego de finalizar la compresión, liberar la perilla de operación para retirar el objeto de la prensa.

Fuente: elaboración propia.



#### 2.4.6.4. Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento para la prensa neumática se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XIII. Instrucciones de mantenimiento de la prensa neumática

Pasos	Operación
1.	Limpieza general de prensa neumática y de accesorios utilizando <i>wipe</i> y aerosol multiusos WD-40.
2.	Girar cilindro de prensa para verificar su ajuste a diferentes longitudes.
3.	En caso hubiera corrosión en los apoyos en V, limpiarlos utilizando lija fina o con un cepillo de alambre.
4.	Con un desarmador plano verificar y ajustar las poleas que soportan la mesa de trabajo, a medida de que no se encuentren tensadas.
5.	Verificar manualmente las uniones de las válvulas de aire comprimido y del accionamiento neumático.
6.	Extender el husillo y el cilindro de la prensa hasta su máxima longitud para verificar estado.
7.	Limpiar rosca de cilindro de prensa y husillo con <i>wipe</i> , para posteriormente aplicar aceite lubricante 3 en 1.
8.	Correr cabezal del cilindro en ambas direcciones para posteriormente aplicar grasa lubricante Toolcraft.
9.	Manipular piezas lubricadas de la prensa, a fin de que el aceite y grasas lubricantes limpien y faciliten su funcionamiento.
10.	Con una llave de tuercas verificar ajuste de las mismas en el chasis.
11.	Con un objeto cualquiera verificar el funcionamiento general de la prensa aplicándole altas presiones.

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.7. Horno digital de convección forzada**

Está diseñado para proveer a la muestra con una corriente de aire con temperatura homogénea y estable. El interior está construido de acero inoxidable recubierta con aislante térmico de fibra de vidrio, el exterior de lámina negra recubierta con pintura electrostática plastizada y posee un temporizador que inicia una cuenta regresiva cuando el equipo ha alcanzado la temperatura de operación.

Dentro del área de Ensayos, el horno digital es utilizado para llevar a cabo una diversa cantidad de procesos, usando materiales como, plástico, tetrabrik, papel y otros provenientes de recursos biodegradables y no biodegradables. Para llevar a cabo tales procesos es requerido manipular el control de temperatura electrónico programable tipo PID, y empezar a elevar la temperatura del horno hasta un máximo de 220 °C, de acuerdo a las especificaciones técnicas del mismo, tardándose a que llegue a dicha temperatura, un aproximado de 2,5 horas.

Para trabajar con el horno es requerido permitirle espacio suficiente en la parte posterior para el dámper que permite la salida de los vapores calientes del equipo y del dámper para la entrada de aire a temperatura ambiente. Las parrillas ajustables cromadas permiten la colocación de más de una muestra, aunque esto produce que el tiempo para elevar la temperatura deseada de la misma, sea mayor.

### 2.4.7.1. Especificaciones técnicas

Las especificaciones del horno digital de convección forzada se presentan en la tabla a continuación:

Tabla XIV. Especificaciones técnicas del horno digital

<b>Dimensiones generales</b>	
1.	Capacidad de 3,8 pies cúbicos.
2.	Dimensiones exteriores: 28,5" ancho x 32" alto x 16" fondo.
3.	Dimensiones interiores: 24,5" ancho x 22" alto x 12" fondo.
<b>Construcción</b>	
1.	Cámara interior fabricada de acero inoxidable norma AISI 304L, recubierta con aislante térmico de fibra de vidrio.
2.	Exterior de lámina negra recubierta con pintura electrostática plastizada de color gris.
<b>Temperatura</b>	
1.	Rango de temperatura: 45 a 220 °C.
2.	Control de temperatura electrónico programable tipo PID con estabilidad de +0,5 °C.
3.	Temporizador digital programable.
4.	Flujo de aire horizontal para una distribución uniforme de la temperatura.
5.	Motor/ventilador para recirculación de aire marca Dayton, diseñado para altas temperaturas.
6.	<i>Damper</i> para entrada de aire a temperatura ambiente.
7.	<i>Damper</i> para salida de vapores calientes del equipo.
8.	Ductería galvanizada para extracción de gases al exterior del laboratorio.
<b>Requerimientos eléctricos</b>	
1.	Voltaje 110 VAC.
2.	Consumo de corriente de 18 A.

Fuente: SERPROMA.

### 2.4.7.2. Rutinas

Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas de acuerdo a los períodos de ejecución necesarios para el horno digital de convección forzada se presentan en las tablas a continuación:

Tabla XV. **Rutinas de mantenimiento diario del horno digital**

<b>Actividades diarias</b>		<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>1.</b>	Remover todos los desechos y remanentes depositados en las parrillas.		
<b>2.</b>	Verificar que los vapores del horno sean drenados.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Rutinas de mantenimiento semanal del horno digital**

<b>Actividades semanales</b>		<b>Si cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>1.</b>	Limpiar el exterior e interior y sus controles.		
<b>2.</b>	Verificar estado de control de temperatura.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Rutinas de mantenimiento mensual del horno digital**

<b>Actividades mensuales</b>		Sí cumple	No cumple
1.	Remover parrillas y hacer una limpieza completa de las mismas.		
2.	Limpiar motor/ventilador en la parte interna del horno.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Rutinas de mantenimiento semestral del horno digital**

<b>Actividades semestrales</b>		Sí cumple	No cumple
1.	Verificar espiga y cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.		
2.	Remover obstrucción del horno para liberar el calor interno.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Rutinas de mantenimiento anual del horno digital**





<b>Actividades anuales</b>		Sí cumple	No cumple
1.	Verificar estado de control de temperatura o cambiarlo de ser necesario.		
2.	Verificar el estado de la ductería para extracción de gases.		

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.7.3. Instrucciones de operación

Las instrucciones para operar adecuadamente el horno digital se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XX. Instrucciones de operación del horno digital

Pasos	Operación
1.	Conectar al tomacorriente.
2.	Verificar las parrillas en la parte interna del horno.
3.	Encender el horno.
4.	Presionar botón  para definir temperatura deseada.
5.	Presionar botones  o  para aumentar o disminuir la temperatura del horno.
6.	Presionar botón  para establecer una temperatura entre 45 - 220 °C.
7.	Esperar hasta que el horno alcance la temperatura establecida.
8.	Introducir el molde(s) u objeto(s) a hornear.
9.	Al finalizar la operación, apagar y desconectar el equipo.

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.7.4. Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento para el horno digital se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XXI. Instrucciones de mantenimiento del horno digital

Pasos	Operación
1.	Utilizando <i>wipe</i> y aerosol multiusos WD-40, limpiar externamente el horno y sus controles.
2.	Despegar el horno de la pared para revisar y limpiar la parte posterior del mismo, verificando que no existan partes dañadas.
3.	Con una espátula y tratando la manera de no dañar la parte interna del horno, retirar los desperdicios incrustados en las parrillas.
4.	Remover la parrilla superior, intermedia e inferior para limpiarlas y verificar los soportes de las mismas.
5.	Utilizando aire comprimido eliminar cualquier contaminante del motor y del ventilador del horno.
6.	Verificar estado y limpiar ductería de extracción de gases.
7.	Limpiar y revisar condiciones de cableado eléctrico del horno y de la toma de corriente.
8.	Verificar estado de controlador de temperatura y de ser necesario su cambio abocarse a la empresa fabricante para su instalación.
9.	Encender el horno y verificar su funcionamiento con una prueba.

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Control de temperatura programable del horno**



Fuente: CII/USAC.

#### **2.4.8. Sierra de cinta**

Es una máquina diseñada para hacer cortes en madera, cuya cinta se desplaza sobre dos ruedas que se encuentran en el mismo plano vertical. Siendo utilizado en el área de Ensayos además de cortes en madera, para cortar plástico, cartón, entre otros materiales que no sobrepasen la dureza soportada de la sierra y para la cual está diseñada.

Se enciende mediante un control en la parte media del lado izquierdo de la máquina, permitiendo iniciar los cortes, colocando el material a procesar sobre la mesa de trabajo. Para cortes que requieran ser medidos con mayor precisión, la sierra permite la utilización de una pieza, midiendo los ángulos de corte, de acuerdo a las necesidades del proceso.

Dentro de todo proceso de corte realizados en dicha sierra se ha podido observar en el diagnóstico, que dentro del proceso individual de cada usuario



no se encuentra intrínseco, la convicción de llevar a cabo una limpieza para eliminar todo el exceso y suciedad de material que se acumula en ciertas áreas de la maquina, tales como en las dos ruedas que permiten el desplazamiento de la sierra.

### 2.4.8.1. Especificaciones técnicas

Las especificaciones de la sierra de cinta se presentan en la tabla a continuación:

Tabla XXII. **Especificaciones técnicas de la sierra de cinta**

1.	<b>Corte:</b>	8 ¼ pulg. rectángulo y redondo
2.	<b>Capacidad:</b>	8¼ x 13½ pulg.
3.	<b>Capacidad de corte cuadrado:</b>	8¼ x 8¼ pulg.
4.	<b>Voltaje:</b>	120 V, 1 hp
5.	<b>Plazos de:</b>	1600, 3300 fpm
6.	<b>Máximo espesor de corte:</b>	8¼ pulg.
7.	<b>Capacidad:</b>	45 grados, máx. 100 ¾
8.	<b>Longitud de lamina, ancho de la hoja:</b>	¾ pulg.
9.	<b>Espesor de la hoja:</b>	0.020 pulg.
10.	<b>Dimensiones generales:</b>	65 x 31 pulg
12.	<b>Profundidad total:</b>	22 pulg.
13.	<b>Corte en ángulo de:</b>	45 grados
14.	<b>Corriente alterna de:</b>	10 A, 1 fase, 60 hz
15.	<b>Dimensiones de la mesa:</b>	15 ¾ x 21 ½ pulg.

Fuente: Productos del Aire de Guatemala S. A.

### 2.4.8.2. Rutinas

Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas de acuerdo a los períodos de ejecución necesarios para la sierra de cinta se presentan en las tablas a continuación:

Tabla XXIII. **Rutinas de mantenimiento diario de la sierra de cinta**

Actividades diarias		Sí cumple	No cumple
1.	Ajustar carril de guía.		
2.	Verificar y ajustar guías de la hoja.	Superior	
		Inferior	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Rutinas de mantenimiento semanal de la sierra de cinta**

Actividades semanales		Sí cumple	No cumple
1.	Limpieza externa e interna de sierra y rodamientos de empuje.	Externa	
		Interna	
		Rodamientos	
2.	Ajustar rodamientos de empuje.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Rutinas de mantenimiento mensual de la sierra de cinta

Actividades mensuales		Sí cumple	No cumple
1.	Lubricar escobilla de rodamientos y piezas internas.		
2.	Aplicar lubricante anticorrosivo en las superficies no pintadas.		
3.	Verificar filo de la hoja.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Rutinas de mantenimiento semestral de la sierra de cinta

Actividades semestrales		Sí cumple	No cumple
1.	Verificar estado de <i>switch</i> de encendido y cableado eléctrico.		
2.	Limpieza y revisión de accesorios de sierra.	Apoyo vertical	
		Apoyo angular	
		<i>Push-stick</i>	
3.	Ajustar rodamientos de empuje.		
4.	Verificar conexión y cableado entre capacitor y motor.		
5.	Ajustar eje de rueda superior e inferior.		

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.8.3. Instrucciones de operación

Las instrucciones para operar adecuadamente la sierra de cinta se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XXVII. Instrucciones de operación de la sierra de cinta

Pasos	Operación
1.	Conectar al tomacorriente.
2.	Colocar apoyo de corte vertical o angular.
3.	Encender sierra.
4.	Colocar el objeto a cortar sobre la mesa de trabajo y asentado al apoyo vertical o angular.
5.	Cortar el objeto siguiendo los procedimientos de seguridad.
6.	De ser necesario utilizar el <i>push-stick</i> para empujar los objetos hacia la hoja de la sierra.
7.	Apagar y desconectar la sierra.

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.8.4. Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento para la sierra de cinta se describen en los pasos que presenta la tabla XXVIII:

Tabla XXVIII.

**Instrucciones de mantenimiento de la sierra de cinta**

Pasos	Operación
1.	Utilizar aire comprimido para eliminar residuos de materiales, dentro y fuera de la sierra.
2.	Limpiar con <i>wipe</i> y aerosol multiusos WD-40 la parte interna y externa de la sierra.
3.	Eliminar con lija fina o con un cepillo de alambre la corrosión que pudiera haber en la mesa de corte.
4.	Verificar y ajustar los rodamientos de empuje, ubicados en la parte inferior de la sierra.
5.	Verificar la tensión de la hoja y de ser necesario apretarla mediante el tensor superior e inferior.
6.	Verificar y ajustar ejes de ruedas superior e inferior.
7.	Aplicar aceite lubricante 3 en 1 a la escobilla de rodamientos y rodamientos.
8.	Verificar cableado eléctrico entre capacitor y motor, y del tomacorriente. De ser necesario su cambio abocarse a la empresa fabricante para su reemplazo.
9.	Revisar el adecuado funcionamiento del <i>switch</i> de encendido de la sierra.
10.	Realizar cortes de prueba para revisar el funcionamiento general de la sierra y del filo de la misma.

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Sierra de cinta**



Fuente: CII/USAC.

#### **2.4.9. Compresor de aire**

Este consta de una etapa de compresión que se encuentra conformada por otros elementos básicos; el principio de trabajo se inicia con el arranque del motor eléctrico, la manivela gira y el pistón del cilindro de la primera etapa succiona aire atmosférico a través del filtro correspondiente y de la válvula de admisión.

Dicho equipo tiene una capacidad de 115 litros y 3 hp de potencia, el cual es utilizado básicamente para alimentar la bomba neumática de la prensa neumática, y así generar la presión requerida en cada uno de los ensayos realizados. Para ello se debe de verificar que la manguera que alimenta el aire comprimido al equipo utilizado esté conectada correctamente, que la palanca de encendido se encuentre activada, que la manguera este siendo efectivamente

alimentada de aire mediante la válvula que realiza dicha operación y por último que la presión del aire sea la adecuada para cada equipo utilizado mediante la manipulación del manómetro, ya sea en psi o en bar.

El compresor necesita, de acuerdo a las horas de operación, una lubricación periódica logrando una mayor duración sin problemas, para una operación continua con carga pesada. El cilindro de baja presión, en donde se comprime inicialmente el aire tomado de la atmósfera y cilindro de alta presión, cuyo diámetro es menor, es en donde el aire comprimido que viene del cilindro de baja presión se comprime todavía más hasta la presión elevada, lo que provoca que se genere un calor considerable, el cual se debe de disipar al menos en las unidades en donde la presión sea mayor que 2 bar.

Este es de fácil operación y debido a que la prensa depende del compresor para su funcionamiento es utilizado de constantemente, de manera tal, que el compresor de un plan que contemple sus necesidades de mantenimiento.

#### **2.4.9.1. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones del compresor de aire se presentan en la tabla XXIX:

Tabla XXIX. **Especificaciones técnicas del compresor de aire**

1.	<b>Funcionamiento:</b>	eléctrico
2.	<b>Frecuencia:</b>	60 hz
3.	<b>Potencia:</b>	3 hp
4.	<b>Voltaje:</b>	110 V
5.	<b>Presión:</b>	115 psi
6.	<b>Rotación de faja:</b>	1400 rpm
7.	<b>Corriente:</b>	20 A
8.	<b>Caudal de aire:</b>	5.2 CFM A 40 psi 6.3 CFM A 90 psi 8.7 CFM desalojo

Fuente: Black Bull Tools.

#### 2.4.9.2. Rutinas

Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas de acuerdo a los períodos de ejecución necesarios para el compresor de aire se presentan en las tablas a continuación:

Tabla XXX. **Rutinas de mantenimiento diario del compresor de aire**

<b>Actividades diarias</b>		<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>
1.	Drenar el aire en la manguera y de las trampas.		
2.	Verificar origen de ruidos o vibraciones inusuales.		

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXXI. **Rutinas de mantenimiento semanal del compresor de aire**

Actividades semanales		Sí cumple	No cumple
1.	Limpieza general.	Compresor	
		Manómetros	
		Controles	
2.	Revisar y activar la válvula de seguridad verificando que ésta no tenga desperfectos.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Rutinas de mantenimiento mensual del compresor de aire**

Actividades mensuales		Sí cumple	No cumple
1.	Inspeccionar el nivel de contaminación del aceite y cambiarlo de ser necesario.		
2.	Verificar el nivel de tensión de la faja.		
3.	Limpiar el exterior del filtro de aire.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Rutinas de mantenimiento semestral del compresor de aire**

<b>Actividades semestrales</b>		<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>1.</b>	Inspeccionar las uniones de las válvulas.		
<b>2.</b>	Inspeccionar el sistema completo de aire comprimido en búsqueda de fugas.		
<b>3.</b>	Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.		

Fuente: elaboración propia.

### **2.4.9.3. Instrucciones de operación**

Las instrucciones para operar adecuadamente el compresor de aire se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XXXIV. **Instrucciones de operación del compresor de aire**

<b>Pasos</b>	<b>Operación</b>
<b>1.</b>	Conectar al tomacorriente.
<b>2.</b>	Activar palanca de encendido.
<b>3.</b>	Presionar botón para llenado de cilindro.
<b>4.</b>	Conectar manguera al compresor y al dispositivo.
<b>5.</b>	Accionar paso de aire a manguera.
<b>6.</b>	Manipular regulador para definir la presión del aire en manómetro.
<b>7.</b>	Finalizada la operación, desactivar paso de aire, apagar y desconectar el compresor.

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.9.4. Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento para el compresor de aire se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XXXV. Instrucciones de mantenimiento del compresor de aire

Pasos	Operación
1.	Limpiar con <i>wipe</i> y aerosol multiusos WD-40, el cilindro, las válvulas, manómetros, la parrilla de ventilador, cableado eléctrico del compresor y accesorios.
2.	Accionar las válvulas de alimentación de aire comprimido y de seguridad para drenarlo.
3.	Retirar la parrilla posterior del compresor para revisar y limpiar la faja.
4.	Revisar el motor en búsqueda de cualquier falla.
5.	Revisar las uniones de las válvulas en caso de fugas.
6.	Encender motor para que empiece el llenado de aire dentro del cilindro.
7.	Comprobar el funcionamiento del compresor utilizando los accesorios del mismo, como la pistola de aire y conectándolo a la prensa neumática.
8.	Verificar el funcionamiento de los manómetros, en caso requerir cambio, abocarse a la empresa fabricante para su reemplazo.

Fuente: elaboración propia

Figura 10. **Compresor de aire**



Fuente: CII/USAC.

#### **2.4.10. Balanza de precisión**

La balanza analítica sirve para medir con precisión la masa de las cargas pesadas realizadas en condiciones de laboratorios. Esta solo puede ser usada solo como balanza no automática, en donde el material pesado debe ser puesto con cuidado en medio de la superficie del receptor de la carga denominado platillo. El resultado de pesaje debe ser leído después de que se ha estabilizado en la pantalla y después de mostrar un signo de estabilidad.

La balanza no puede ser usada a pesaje dinámico. Aún si pequeñas cantidades del producto se restan o se añaden al material de pesaje, el resultado del pesaje debe ser leído solo después de mostrar un signo de

estabilidad. No se puede poner los materiales magnéticos sobre platillo de balanza debido a que puede causar una avería del sistema de medida. Se requiere tener mucho cuidado con la carga dinámica y la sobrecarga de balanza de la masa cuando se supere el límite de la carga. No hay que usar la balanza en ambiente con la amenazada de explosión pues no se adapta al trabajo en zonas amenazantes y no se puede hacer ninguna modificación estructural.

#### **2.4.10.1. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones de la balanza de precisión se presentan en la tabla a continuación:

Tabla XXXVI. **Especificaciones técnicas de la balanza de precisión**

<b>1.</b>	Pantalla LCD retroiluminada.
<b>2.</b>	Menú multilingüe y afable en el manejo.
<b>3.</b>	12 botones.
<b>4.</b>	Dimensión del plato: 128 x 128 mm y 195 x 195 mm.
<b>5.</b>	Protectora contra movimientos del aire (equipos con el plato 128 x 128 mm).
<b>6.</b>	Calibración interna, automática - en la versión C/2 (calibración externa en C/1).
<b>7.</b>	Informes e impresiones GLP.
<b>8.</b>	Máxima capacidad / exactitud: 110 g   1 mg + 8000 g   10 mg.

Fuente: RADWAG

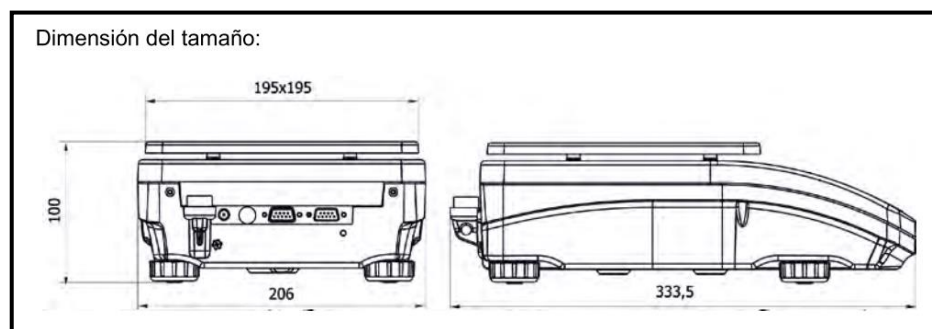
Figura 11. **Especificaciones técnicas de la balanza de precisión**

Balanzas de la serie PS/X con platillo 195 x 195 mm:					
	PS 1500/X	PS 2500/X	PS 4500/X	PS 6000/X	PS 8000/X
Carga max	1500g	2500 g	4500 g	6000g	8000g
Rango de tara	-1500g	-2500 g	-4500 g	-6000g	-8000g
Carga min	0,5 g				
Exactitud	0,01 g				
Repetibilidad	0,01 g			0,015g	0,015g
Linealidad	± 0,02 g			± 0,03 g	± 0,03 g
Temp. de trabajo	+10 °C + +40 °C				
Alimentacion	13,5 + 16 V DC / 2,1 A				
Deriva de sensibilidad	2 ppm/°C en la temperatura . +15°C - +35°C				
Dimensiones	195 x 195mm				

Fuente: RADWAG. *Manual de instrucciones de balanza de precisión.*

<http://www.radwag.com/pliki/instrukcje/es/psx-user-es.pdf>. [Consulta: 10 de enero de 2015].

Figura 12. **Dimensiones de la balanza de precisión**



Fuente: RADWAG. *Manual de instrucciones de balanza de precisión.*

<http://www.radwag.com/pliki/instrukcje/es/psx-user-es.pdf>. [Consulta: 10 de enero de 2015].

### 2.4.10.2. Rutinas

Las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas de acuerdo a los períodos de ejecución necesarios para la balanza de precisión se presentan en las tablas a continuación:

Tabla XXXVII. **Rutinas de mantenimiento diario de la balanza de precisión**

<b>Actividades diarias</b>		Sí cumple	No cumple
1.	Limpieza general de balanza.		
2.	Verificar estado general de la balanza y sus accesorios.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Rutinas de mantenimiento mensual de la balanza de precisión**


<b>Actividades mensuales</b>		Sí cumple	No cumple
1.	Realizar una calibración interna manualmente a la balanza.		

Fuente: elaboración propia.

### 2.4.10.3. Instrucciones de operación

Las instrucciones para operar adecuadamente la balanza de precisión se describen en los pasos que presenta la tabla a continuación:

Tabla XXXIX. **Instrucciones de operación de la balanza de precisión**

Pasos	Operación
1.	Verificar la estabilidad de la balanza mediante el nivel de la parte posterior de la misma.
2.	Conectar al tomacorriente.
3.	Encender balanza.
4.	Definir las unidades de masa a trabajar, con el botón <i>Units</i> .
5.	Presionar el botón  para borrar la lectura actual.
6.	Colocar objeto a pesar sobre la balanza.
7.	Ver lectura obtenida de peso en la pantalla.
8.	Al finalizar apagar y desconectar balanza.

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.10.4. Instrucciones de mantenimiento

Las instrucciones de mantenimiento para la balanza de precisión se describen en los pasos que presenta la tabla XL:



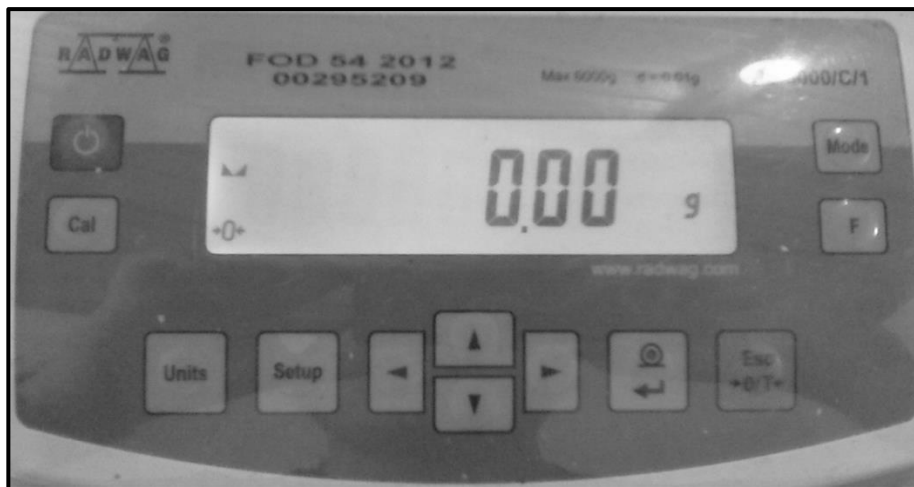
Tabla XL. **Instrucciones de mantenimiento de la balanza de precisión**

Pasos	Operación
1.	Pulsar el botón CAL, o entrar a submenú P1 – calibración
2.	Colocar el marcador al lado de la función 01 calibración interna.
3.	Presiona FLECHA DERECHA.
4.	La balanza automáticamente realiza el proceso de la calibración. Durante su duración no hay que cargar el platillo de ninguna carga.
5.	Después de acabar el proceso, la balanza guarda el resultado de la calibración en la memoria y vuelve a pesaje.
<p><b>Nota:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si se desea cortar el proceso de calibración, presionar ESC.</li> <li>- Si durante la calibración, el platillo será cargado y la pantalla presenta el mensaje de error. El proceso de calibración se detiene.</li> <li>- Después de quitar la carga, el proceso de calibración se completará.</li> <li>- Si la función DRH se encuentra activa, el usuario no tiene posibilidad interrumpir el proceso de la calibración.</li> </ul>	

Fuente: RADWAG. *Manual de instrucciones de balanza de precisión.*

<http://www.radwag.com/pliki/instrukcje/es/psx-user-es.pdf>. [Consulta: 10 de enero de 2015].

Figura 13. **Pantalla LCD de la balanza**



Fuente: CII/USAC.

#### **2.4.11. Control de mantenimiento**

Dentro del desarrollo de las actividades de mantenimiento propuestas que han de realizárseles a cada una de las máquinas del área de ensayos, se contará con una documentación para el seguimiento de las acciones aplicadas al equipo, la cual, estará conformado de formatos o fichas de control de mantenimiento, fichas técnicas, además de etiquetas de identificación.

Esto con la finalidad de tener un medio donde registrar y recolectar toda la información necesaria, respecto a dichas actividades de mantenimiento preventivo, e información básica de la maquinaria. Para ello se deberá seguir la siguiente metodología, que pretende llevar el adecuado control de las rutinas de mantenimiento:

- La persona encargada del equipo deberá revisar en primer lugar el plan de mantenimiento, a fin de determinar las tareas a ejecutarse en la maquinaria del área de Ensayos.
- Antes o durante la ejecución de las tareas se deben de llenar todas las fichas de control de la maquinaria, para llevar el control de las actividades realizadas, repuestos utilizados, servicios externos requeridos, y otros.
- Se entregan las hojas de registro para que se tenga el control de todas las actividades de mantenimiento efectuados en el equipo del área de Ensayos.
- En caso fuera necesario se puede realizar un informe para evaluar el rendimiento del plan de mantenimiento preventivo dando a conocer la cronología de las actividades en conjunto con las fichas de control.

### **2.4.11.1. Fichas técnicas de maquinaria**



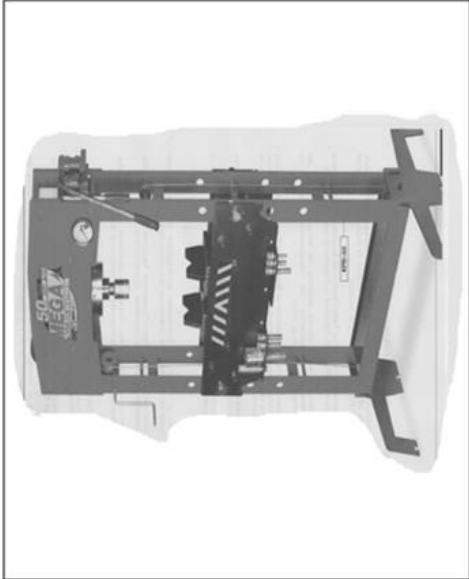
Las especificaciones de las máquinas que se describen en las fichas técnicas propuestas de los equipos son de vital importancia, ya que presentan de manera organizada toda la información técnica del equipo, incluyendo accesorios o partes de repuesto. Dentro de las fichas técnicas se contempla colocar la siguiente información:

- Nombre
- Área
- Ubicación
- Características
- Dimensiones
- Accesorios
- Función
- Observaciones

En nombre se coloca la máquina a la que pertenece la ficha técnica, en área la sección a la que pertenece, la cual sería la sección de Gestión de la Calidad, siendo su ubicación en la actualidad el área de Prefabricados. En el apartado de características, las mismas difieren de cada máquina, debido a que cada una es distinta y posee características individuales, al igual que sus dimensiones, accesorios, función y observaciones. Para que por último se muestre una fotografía del equipo, en el estado cuando fue adquirida o instalada en el área de Ensayos.


A continuación se presenta las fichas técnicas propuestas de cada una de las maquinas:

Figura 14. Ficha técnica propuesta de la prensa neumática


 <b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA</b>		
FICHA TÉCNICA Núm. 1		REGISTRO:
NOMBRE:	PRESA NEUMÁTICA	FOD 54 2012 00244376
ÁREA:	SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	
UBICACIÓN:	ÁREA DE PRE FABRICADOS	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
Marca:	MEGA	Proveedor: SOLARSA S.A.
Modelo:	KCK-50	Dirección: 3 avenida 5-05 zona 9
Núm. Serie:		Teléfono: 2360-2035 / 2360-3701
Funcionamiento:	NEUMÁTICO Y MANUAL	Frecuencia:
Capacidad:	50 toneladas	Temperatura:
Peso:	229 kg.	Presión:
Corriente:		Voltaje:
Dimensiones:		Accesorios:
Alto	1,90 m	2 APOYOS EN V CON GUÍA DE
Largo	88 cm	SUJECIÓN Y ORIFICIO DE
Ancho	77 cm	EXTRACCIÓN
<b>FUNCION</b>		
DISEÑADO PARA LLEVAR A CABO ENSAYOS DE COMPRESIÓN HASTA UN MÁXIMO DE 50 TONELADAS.		
<b>OBSERVACIONES</b>		
DIFERENTES OPCIONES DE BOMBAS MANUALES DE UNA O DOS VELOCIDADES MANUAL-NEUMÁTICAS O ELÉCTRICAS EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE TRABAJO REQUERIDA.		
MESA DE TRABAJO AJUSTABLE EN DISTINTAS ALTURAS.		
		

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Ficha técnica propuesta del horno digital



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**



REGISTRO: FOD 54 2012  
002A436A

**FICHA TÉCNICA Núm. 2**

---

**NOMBRE:** HORNO DIGITAL DE CONVECCIÓN FORZADA

**ÁREA:** SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

**UBICACIÓN:** ÁREA DE PREFABRICADOS

**Proveedor:** SERPROMA

**Dirección:** Gta. Av. 19-05 zona 11, Mariscal

**Teléfono:** 55258116 / 24733175

---

**CARACTERÍSTICAS**

**Marca:** SERPROMA

**Modelo:** FS-3

**Núm. Serie:** \_\_\_\_\_

**Proveedor:** SERPROMA

**Dirección:** Gta. Av. 19-05 zona 11, Mariscal

**Teléfono:** 55258116 / 24733175

---

**Funcionamiento ELÉCTRICO**

Potencia:	1600 W
Capacidad:	3.8 pies cúbicos
Corriente:	18 A
Frecuencia:	50/60 Hz
Temperatura:	RANGO 45 - 220 °C
Tiempo de recuperación de temperatura:	30 min.
Voltaje:	110 VAC

---


<b>Dimensiones:</b>	<b>Exterior:</b>	<b>Interior:</b>	<b>Accesorios:</b>
Alto	32 plg.	22 plg.	2 PARRILLAS
Fondo	16 plg.	12 plg.	
Ancho	28.5 plg.	24.5 plg.	

---

FUNCIÓN
UTILIZADO PARA EL PROCESO DE CALENTAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA



---


OBSERVACIONES



Fuente: elaboración propia.




Figura 16. Ficha técnica propuesta de la sierra de cinta

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA		FICHA TÉCNICA Núm. 3	
			
NOMBRE: SIERRA DE CINTA ÁREA: SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD UBICACIÓN: ÁREA DE PREFABRICADOS		REGISTRO: FOD 54 2012	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
Marca:	SCHIEPPACH	Proveedor:	PRODUCTOS DEL AIRE
Modelo:	14" BAND SAW M80141	Dirección:	41 calle 6-27 zona 8
Núm. Serie:	51300039	Teléfono:	2421-0400 ext. 346
Funcionamiento:	ELÉCTRICO	Frecuencia:	60 Hz
Potencia:	1 Hp	Ancho de hoja:	3/4 plg.
Corriente:	9.5 A	Espesor de hoja:	0.020 In
Voltaje:	120 V		
Dimensiones:		Accesorios:	
Alto:	1.70 m		PUSH STICK
Largo:	88 cm		ACCESORIO PARA CORTES DE ANGULO
Ancho:	44 cm		
<b>FUNCIÓN</b>			
DISEÑADO PARA LLEVAR A CABO PROCESOS DE CORTE.			
<b>OBSERVACIONES</b>			
SE UTILIZA PARA DAR FORMA A LAS PIEZAS DESEADAS AL HACER UN PRODUCTO TERMINADO			




Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Ficha técnica propuesta del compresor de aire

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA	
	
<b>FICHA TÉCNICA Núm. 4</b>	
NOMBRE: COMPRESOR DE AIRE ÁREA: SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD UBICACIÓN: ÁREA DE PREFABRICADOS	REGISTRO: FOD 54 2012 0020C-412
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Marca: BLACK BULL TOOLS Modelo: CYCLONE Núm. Serie:	Proveedor: DISTRIBUIDORA INDUSTRIAL Dirección: 6a. Calle 0-69 zona 9 ó Av. Castellana 9-15 zona 9 Teléfono: 2334-6531 / 2334-6537 - 2334-4870 / 2860-4365
Funcionamiento: ELÉCTRICO Potencia: 3 HP Presión: 115 PSI Corriente: 20 A	Frecuencia: 60 Hz Voltaje: 110 V Rotación de faja: 1400 RPM
Dimensiones: Alto: 1.12 m. Largo: 64 cm. Ancho: 60 cm.	Accesorios: MANGUERA FILTRO DE AIRE
<b>FUNCIÓN</b>	
ALIMENTA A LA PRESNA HIDRÁULICA DE AIRE COMPRIMIDO O A OTRO EQUIPO ADAPTABLE	
<b>OBSERVACIONES</b>	
CAUDAL DE AIRE: 5.2 CFM A 40 PSI 6.3 CFM A 90 PSI 8.7 CFM desabop	
	

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Ficha técnica propuesta de la balanza de precisión

 <b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA</b>		<b>FICHA TÉCNICA Núm. 5</b>
<b>NOMBRE:</b> BALANZA DE PRECISIÓN <b>ÁREA:</b> SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD <b>UBICACIÓN:</b> ÁREA DE PREFABRICADOS	<b>REGISTRO:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: 20px;">         FOD: 54 2012          00.2915209       </div>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>Marcas:</b> RADWAG <b>Modelo:</b> PS 6000-C-1 <b>Núm. Serie:</b>	<b>Proveedor:</b> PROQUIMICA <b>Dirección:</b> 4 avenida 15-70 zona 10 Paladium Oficina 4E <b>Teléfono:</b> 2396-4270 /71	
<b>Funcionamiento</b> ELÉCTRICO <b>Potencia:</b> 110 V <b>Capacidad:</b> 100 g / 1mg / 8000 g / 10mg <b>Corriente:</b> 13.5 + 16 VC	<b>Frecuencia:</b> <b>Temperatura:</b> <b>Voltaje:</b> <b>Peso:</b>	
<b>Dimensiones:</b> Alto: 10 cm. Largo: 32 cm. Ancho: 21 cm.	<b>Accesorios:</b>	
<b>FUNCIÓN</b>		
BALANZAS DE PRECISIÓN P.S.C. UTILIZADA PARA MEDIR LAS MUESTRAS A PROCESAR DE MATERIA PRIMA YA SEA TRITURADO O ENTERO		
<b>OBSERVACIONES</b>		
RANGO DE 0 A 6000 g CON RESOLUCIÓN DE 0.01 g PLATAFORMA DE ACERO 195 X 195 mm		



Fuente: elaboración propia.



### 2.4.11.2. Ficha de control de mantenimiento

Este formato está diseñado con el propósito de registrar todos los trabajos o actividades referentes a las rutinas de mantenimiento, que se deben efectuar en cada una de las máquinas del área de Ensayos. Estas se realizan de acuerdo a lo establecido en el plan de mantenimiento propuesto o con base en las necesidades que dicho equipo requiera. Los datos más importantes que se deben de registrar en la ficha de control son: los trabajos o actividades de mantenimiento a realizados en las máquinas y la fecha de programación de las próximas rutinas.

Figura 19. Ficha de control de mantenimiento propuesta

	<b>FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>		
Núm.:	Fecha:		
Máquina:	Registro:		
Tipo de rutina (diaria, semanal, etc.):	Elemento o componente:		
Duración aprox. (min):	Concluyente:		
Observaciones:	Sí      NO		
<b>Actividades realizadas</b>	<b>Última revisión</b>	<b>Próxima revisión</b>	
<b>Encargado:</b> _____			

Fuente: elaboración propia.

### **2.4.11.3. Etiquetas de identificación**

Actualmente ninguna de las máquinas cuenta con etiquetas de identificación estandarizadas, que contemple la información básica requerida, para dar a conocer las características de cada uno de los equipos. La información que se posee actualmente es muy escasa, debido a la falta de manuales de procedimientos de operación y de especificaciones técnicas.

Con el formato propuesto se pretende anotar la información técnica básica de cada una de las máquinas. Esto a la vez funcionaría como un inventario de todo el equipo, además de convertirse en un medio más asequible para dar a conocer sus propiedades y características más necesarias. Dichas etiquetas contarán con la siguiente información:

- Área a la que pertenece la máquina
- Máquina
- Marca
- Modelo
- Serie
- Registro
- Especificaciones
- Observaciones

En primer lugar se indica el área a la que pertenece la máquina en cuestión, en este caso es la sección de Gestión de la Calidad, en el apartado de máquina se indica el nombre y tipo de máquina de la que se trata, en el de registro se indica el código de inventario (si posee) que se le ha dado a la máquina dentro de la institución y por último con las especificaciones y observaciones se colocan datos relevantes sobre el funcionamiento del equipo. A continuación se presentan las etiquetas de identificación propuestas:

Figura 20. Etiqueta de identificación propuesta de la prensa neumática



Fuente: elaboración propia, con programa Paint versión 6.1.

Figura 21. Etiqueta de identificación propuesta del horno digital



Fuente: elaboración propia, con programa Paint versión 6.1.

Figura 22. Etiqueta de identificación propuesta de la sierra de cinta

SECCIÓN DE GESTIÓN DE CALIDAD	
MARCA	SCHEPPACH
MODELO	14" BAND SAW
SERIE	51300039
REGISTRO	FOD 54 2012
ESPECIFICACIONES	Potencia: 120 V. Corriente: 9.5 A. Frecuencia: 60 Hz.
OBSERVACIONES	Accesorios: - Push stick - Accesorio para cortes en ángulo - Restringidor de corte

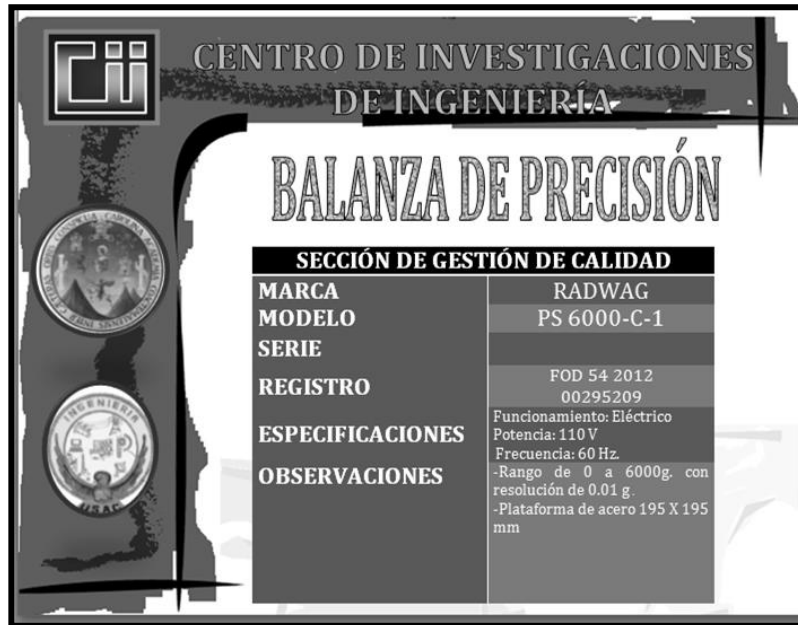
Fuente: elaboración propia, con programa Paint versión 6.1.

Figura 23. Etiqueta de identificación propuesta del compresor de aire

SECCIÓN DE GESTIÓN DE CALIDAD	
MARCA	BLACK BULL TOOLS
MODELO	CYCLONE
SERIE	
REGISTRO	FOD 54 2012 002DC412
ESPECIFICACIONES	Potencia: 3 Hp. Corriente: 20 A. Frecuencia: 60 Hz.
OBSERVACIONES	Caudal de aire: 5.2 CFMA 40 PSI 6.3 CFMA 90 PSI 8.7 CFM desalojo

Fuente: elaboración propia, con programa Paint versión 6.1.

Figura 24. Etiqueta de identificación propuesta de la balanza



Fuente: elaboración propia, con programa Paint versión 6.1.

## 2.5. Señalización

Actualmente el área de Ensayos no cuenta con ningún tipo de señalización industrial, y debido al tipo de procesos que se realizan, es de suma importancia para que los estudiantes y trabajadores observen y reconozcan los diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos, y al cuidado y equipo de seguridad que se requiere en cada una de las áreas de trabajo y para operar la maquinaria. De igual manera las áreas de materia prima y de producto terminado carecen de señalización para la adecuada disposición de desechos. Para ello se describe a continuación propuestas respecto a dicha señalización, y del equipo de protección personal a utilizar dentro del área de ensayos:

### 2.5.1. Propuesta para el área de Ensayos

La adecuada señalización dentro del área de Ensayos puede evitar acontecimientos indeseados, mediante la disposición de rótulos y señales indicativas, establecidos para identificar los puntos vulnerables donde pudiera suceder un accidente y optimizar la distribución entre el espacio operativo y no operativo, y también en cuanto a los elementos de operación como la maquinaria.

Dicho mensaje sobre los riesgos dentro sitio de trabajo debe estar orientado a que pueda ser visualizado de manera clara y sencilla, las acciones a realizar, lugares y normas establecidas. Existe una gran variedad de señales industriales, cuyo significado y aplicación, depende del color de dicha señal. En la figura 25 se muestra los diferentes tipos de señales clasificados de acuerdo a la Norma IRAM 10005.

Figura 25. Tipos de señalización industrial

Color de Seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color de contraste
Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pararse</li> <li>Prohibición</li> <li>Elementos contra incendio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señales de detención</li> <li>Dispositivos de parada de emergencia</li> <li>Señales de prohibición</li> </ul>	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
Amarillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precaución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante)</li> </ul>	Triángulo de contorno negro	Negro	Amarillo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Advertencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc.</li> </ul>	Banda de amarillo combinado con bandas de color negro		
Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condición segura</li> <li>Señal informativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicación de rutas de escape. Salida de emergencia. Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc.</li> </ul>	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde
Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatoriedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obligatoriedad de usar equipos de protección personal</li> </ul>	Círculo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

Fuente: ESTRUCPLAN. *Colores y señales de seguridad según la norma IRAM 10005 - 1º Parte.*  
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=23>.  
 [Consulta: 20 de marzo de 2015].

En el caso particular del área de ensayos existe la necesidad de señales de elementos de protección personal u obligatoriedad, las cuales están diseñados para obligar a los operarios a utilizar los elementos de protección personal, a fin de preservarlos de agresiones externas a las que se puede estar expuesto en el desempeño de la actividad laboral y para el ingreso a ciertas áreas. Aunque estas señales, no eliminan los riesgos totalmente, minimizan las posibles consecuencias, que surgirían ante la no utilización de elementos de protección personal como: cascos, gafas, máscaras, guantes, orejeras, petos, calzado. Para las señales de obligatoriedad el color de fondo debe ser azul. El símbolo de seguridad debe ser blanco y estar ubicado en el centro. El color azul debe cubrir, como mínimo, el 50% del área de la señal. En la figura 26 se muestra el tipo de señalización para elementos de protección personal.

Figura 26. **Señales de elementos de protección personal**



Fuente: *Señales de seguridad industrial* <http://www.imagui.com/a/senales-de-seguridad-industrial-ioebGbKd6>. [Consulta: 20 de marzo de 2015].

Estas señales deben ser tan grandes como sea posible y su tamaño debe de ser congruente con el lugar en que se colocan o el tamaño de los objetos, dispositivos o materiales a los cuales se fija. En todos los casos la señalización debe de colocarse al ingreso del área de Ensayos, a una distancia aproximada de 2 metros sobre el nivel del suelo.

El área mínima A de la señal debe estar relacionada a la más grande distancia L, a la cual la señal debe ser advertida, por la fórmula siguiente:

$$A \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo A el área de la señal en metros cuadrados y L la distancia a la señal en metros. Esta fórmula es conveniente para distancias inferiores a 50 m.

Estas señales se pueden estar fabricadas de diferentes materiales que varían dependiendo de las necesidades y gustos del encargado, y de los costos implicados:

- Lámina de aluminio
- Lámina de acrílico
- Fibra de vidrio

### **2.5.2. Adquisición de equipo de seguridad**

Disponer de equipo de seguridad dentro del área de Ensayos permite establecer disposiciones mínimas de protección individual durante las actividades de trabajo. El equipo de seguridad mínimo necesario, que se sugiere adquirir para operar la maquinaria es: bata de laboratorio, casco industrial, guantes aislantes de calor, lentes de seguridad, protectores auditivos y calzado industrial.



- Bata de laboratorio

Está diseñada para proteger la piel y la ropa de suciedad y de sustancias químicas, al momento de operar o darle mantenimiento a la maquinaria. Esta, para que cumpla con los requerimientos de protección, deben de cumplir con ciertas consideraciones:

- Preferentemente de algodón.
- Debe cubrir hasta las rodillas al usuario.
- Debe llevarse puesta en todo momento dentro del área de ensayos.
- Debe de vestirse siempre cerrada.

La figura 27 muestra la bata de laboratorio apropiada para trabajar dentro del área de Ensayos.

Figura 27. **Bata de laboratorio de ingeniería**



Fuente: CII/USAC.

- Casco industrial

El principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos. También puede proteger frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica.

- El casco debe ser lo más ligero posible.
- El arnés debe ser flexible y permeable a los líquidos y no irritar ni lesionar al usuario.
- La badana de cuero debe sustituirse varias veces a lo largo de la vida del casco.
- El caso debe estar bien ajustado al usuario para garantizar la estabilidad.

Figura 28. **Casco industrial**



Fuente: *Casco industrial*. <http://ecosistemaseinsumos.com/equipo-de-proteccion-personal/casco/>. [Consulta: 22 de marzo de 2015].

- **Guantes aislantes de calor**

Son esenciales para impedir el contacto directo de las manos del individuo, con objetos trabajados a altas temperaturas en el horno. Asimismo, para el uso de estos guantes se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Retirar todo tipo de accesorios como anillos, pulseras, relojes, y otros.
- Comprobar que el interior del guante se encuentre limpio.
- Verificar que no presenten desperfectos como laceraciones.
- Utilizarlos específicamente para la finalidad en que están diseñados.

La figura 29 muestra los guantes apropiados para su utilización en el área de ensayos.

Figura 29. **Guantes aislantes de calor**



Fuente: *Prevención de riesgos laborales.*  
[http://examenprevencion.blogspot.com/2012\\_08\\_01\\_archive.html](http://examenprevencion.blogspot.com/2012_08_01_archive.html).  
[Consulta: 22 de marzo de 2015].

- Lentes de seguridad

Son anteojos diseñados para evitar la entrada de objetos, agua o sustancias químicas que puedan entrar en contacto con los ojos del individuo y hacerle daño. La figura 30 muestra las gafas protectoras apropiadas para su uso en el laboratorio.

Figura 30. **Lentes de seguridad**



Fuente: *Gafas de seguridad con lentes de policarbonato.*  
<http://www.yokointernational.com/GAFAS-DE-SEGURIDAD-CON-LENTES-DE-POLICARBONATO-Ref-389>. [Consulta: 22 de marzo de 2015].

- Protectores auditivos

Son equipos que reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño severo en los oídos. Además evita cualquier tipo de distracción, que provoque algún tipo de accidente, mientras se realiza la operación de corte en la sierra de cinta. Dichos protectores reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo, atenuando el sonido producido por la maquinaria.

Figura 31. **Protectores auditivos**



Fuente: *Protectores Auditivos 25db*. <http://www.dickiesworkwear.com/es/workwear/product/ear-defenders-25db>. [Consulta: 22 de marzo de 2015].

## **2.6. Costos de la propuesta**

Para implementar todos los aspectos que involucra el plan de mantenimiento preventivo propuesto para la maquinaria del área de Ensayos de la sección de Gestión de la Calidad es necesario realizar una inversión de capital traducido en costos. Estos son de suma importancia para el desarrollo del programa debido a que permitirá llevar un control adecuado sobre las tareas de mantenimiento, disposición de equipo de seguridad, insumos a utilizar y herramienta menor para desarrollar el plan, a fin de realizar todos los trabajos de mantenimiento de una manera eficiente.

En la tabla XLI se describen los costos más importantes para la implementación del proyecto:

Tabla XLI. **Costos de propuesta de plan de mantenimiento**

<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1.	Hojas	100	Q. 0,12	Q. 12,00
2.	Impresión de fichas técnicas	10	Q. 1,00	Q. 10,00
3.	Impresión de fichas de control de mantenimiento	50	Q. 0,50	Q. 25,00
4.	Impresión de etiquetas de identificación	5	Q. 1,00	Q. 5,00
5.	Impresión de rutinas de mantenimiento	5	Q. 0,50	Q. 2,50
6.	Impresión de procedimientos de operación	5	Q. 0,50	Q. 2,50
7.	Batas de laboratorio	4	Q. 140,00	Q. 560,00
8.	Casco industrial	4	Q. 59,99	Q. 239,96
9.	Guantes aislantes de calor	3	Q. 69,99	Q. 209,97
10.	Mascarilla	5	Q. 4,99	Q. 24,95
11.	Lentes de protección	4	Q. 19,99	Q. 79,96
12.	Aerosol WD-40	2	Q. 79,99	Q. 159,98
13.	Protectores auditivos	4	Q. 39,99	Q. 159,96
14.	Grasa lubricante Toolcraft	2	Q. 44,99	Q. 89,98
15.	Aceite lubricante 3 en 1	2	Q. 39,99	Q. 79,98
16.	<i>Wipe</i>	15 lbs.	Q. 19,99	Q. 299,85
17.	Señalización industrial	6	Q. 50,00	Q. 300,00
	<b>Total</b>			Q. 2 261,59

Fuente: elaboración propia.



### 3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE RECICLAJE DE POLIALUMINIO PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE SU REUTILIZACIÓN

#### 3.1. Diagnóstico de la situación actual

En la actualidad es cada vez mayor el consumo de productos cuyo envase está compuesto de polialuminio debido al incremento continuo de su demanda, lo que ha ocasionado que la generación de desechos sólidos de ese tipo aumente. La ausencia de factores como cultura de reciclaje, la falta de conocimiento de las propiedades del polialuminio, la poca conciencia ambiental y hábitos de consumo no apropiados influyen a que el problema continúe.

De acuerdo a una entrevista no estructurada realizada a las empleadas de las cafeterías Gitano de la Ciudad Universitaria, ubicados en los edificios M-4, S-12, y edificio de la AEU, se obtuvo un estimado de envases desechados diariamente, cuyos resultados se presentan en la tabla XLII:

Tabla XLII. **Envases desechados promedio al día en cafeterías Gitano**

<b>Ubicación de cafeterías Gitano</b>	<b>Cantidad promedio de envases desechados al día</b>
Edificio M-4	183
Edificio S-12	191
Edificio AEU	144

Fuente: elaboración propia.



Tanto el plan de reciclaje como el proceso de transformación a diseñar tienen como finalidad complementarse en la búsqueda de un material que pueda ser aprovechado en sustitución a la madera en la producción de diferentes productos terminados y de esta manera contribuir en la regeneración progresiva del medio ambiente.

Para lo cual fue necesario llevar a cabo en primer lugar el diagnóstico sobre los beneficios que todo plan otorga al medio ambiente y para la sección de Gestión de la Calidad, cuyos resultados obtenidos de la presente investigación, están destinados a la mejora continua de los procedimientos de investigación, extensión y docencia de dicha institución.

### **3.1.1. Análisis Ishikawa**

Para el análisis Ishikawa del plan de reciclaje de polialuminio se identificaron los 6 aspectos que conforman dicho diagrama, y cuyo propósito es el de detectar las causas que provocan el alto desperdicio de polialuminio. Tales aspectos se detallan a continuación:

- Medio Ambiente
  - Para establecer procedimientos de reciclaje se deben emplear la mayor cantidad de recursos reutilizables posibles, tal situación no sucede debido a que en la actualidad existe un escaso interés por aprovechar materiales como es el caso del polialuminio.
  - El incremento constante en el volumen de la basura, afecta de manera directa al medio ambiente y a su deterioro, provocando que los procedimientos empleados para su cuidado no sean suficientes.

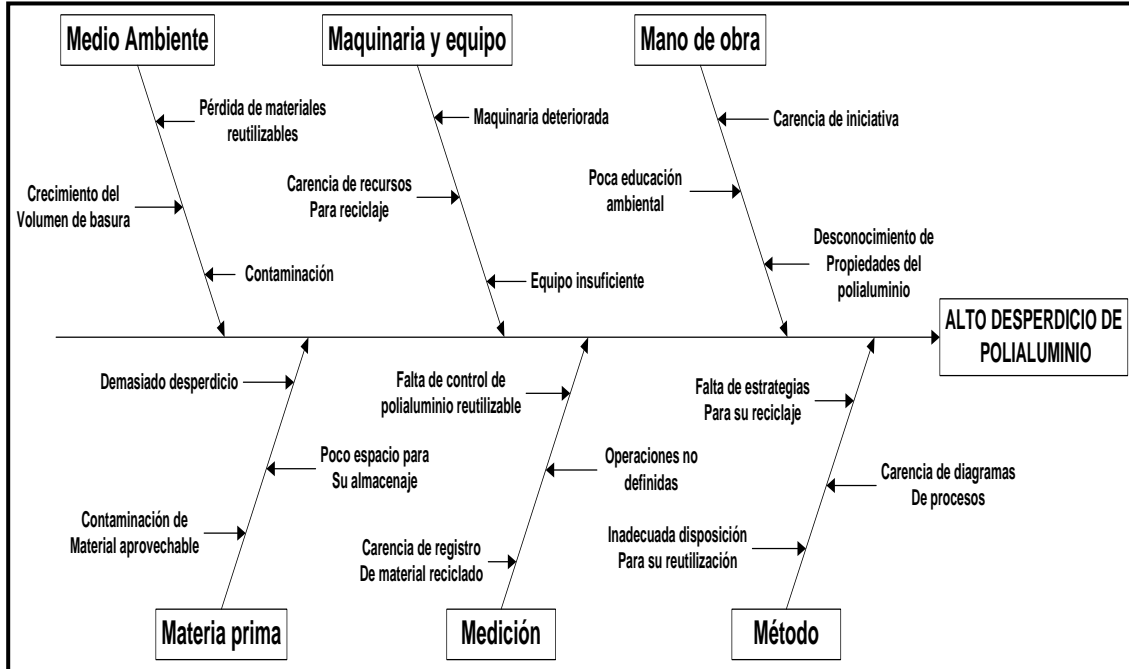
- El deterioro del medio ambiente se puede resumir a un solo problema, la contaminación, la cual debido a la inexistencia de procedimientos para reutilizar materiales como el polialuminio, fomenta su continuo crecimiento.
  
- Maquinaria y equipo
  - La maquinaria actualmente se encuentra deteriorada, por la mala utilización por parte de los usuarios, lo que dificulta la implementación de los procesos propuestos.
  - El equipo con que se cuenta en el área de Ensayos no se da a basto para que el desarrollo de nuevos procedimientos para transformar el polialuminio a paneles en grandes proporciones.
  - Para implementar procedimientos de reciclaje es requerida la utilización de recursos materiales como anuncios, contenedores, y otros, los cuales escasean dentro de las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad.
  
- Mano de obra
  - Los involucrados en el desarrollo de los procedimientos para reutilizar el polialuminio deben tener iniciativa y convicción para que dichos planes funcionen, lo cual no es así.
  - Debido a que las personas no poseen educación ambiental, para su cuidado y reciclaje de materiales, es aún más difícil la implementación de los procedimientos propuestos.
  - El polialuminio siendo un material desconocido para la mayoría de personas, produce que los mismos no empleen las medidas establecidas para su reutilización.

- Materia prima
  - Existe demasiado desperdicio al momento de reutilizar el polialuminio y procesarlo, es por ello que los procedimientos para reciclarlo escasea aún más.
  - Actualmente el factor espacio es algo que escasea dentro de las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad, es por ello que se debe de tener en cuenta el sitio y la forma idónea para su almacenaje.
  - Los materiales recolectados y almacenados en ocasiones resultan generando más contaminación de la que se evita debido a la falta de una adecuada selección de recursos aprovechables.
  
- Medición
  - El polialuminio, al igual que cualquier otro material recolectado y reciclado, requieren de un control constante, para que los resultados sean los esperados a la hora de trabajarlo y procesarlo.
  - Las operaciones dentro del área de Ensayos, no se encuentran aún definidas para la utilización del equipo y maquinaria, lo que dificulta la organización para implementar nuevos procedimientos de reciclaje.
  - Con el pasar del tiempo el material de reciclaje se confunde con material de desecho, lo que ocasiona que se desaproveche muchos recursos para el empleo de nuevos procedimientos.

- Método
  - Debido a la falta de nuevas estrategias en beneficio del medio ambiente se generan procedimientos para aprovechar materiales como el polialuminio se queden estancados y no se lleven a cabo.
  - Al igual que la falta de estrategias, la ausencia de diagramas que describan cada uno de las operaciones que compone cada procedimiento, impide que estos se ejecuten y tengan los resultados esperados.
  - La inadecuada disposición del polialuminio posconsumo, por parte de las personas o empresas, dificulta que los propósitos de todo plan de reciclaje se pongan en marcha, y de igual los procedimientos propuestos para su reutilización.

En la figura 32 se muestra el diagrama Ishikawa del plan de reciclaje de polialuminio.

Figura 32. Diagrama Ishikawa del plan de reciclaje de polialuminio



Fuente: elaboración propia.

Causa raíz: ausencia de plan de reciclaje de polialuminio y procedimientos para su reutilización.

### 3.2. Plan de reciclaje de polialuminio

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es prevenir el desuso de materiales potencialmente útiles, y la conversión de desechos en nuevos productos. Tomando esto en cuenta, se describe a continuación, un plan que contemple tales objetivos para el aprovechamiento del polialuminio.

- Introducción

El incremento constante en la explotación de los recursos naturales ha generado, con el pasar de los años, un deterioro progresivo al medio ambiente, la escasa preocupación por parte de la población permite que dichos recursos disminuyan a un ritmo mucho mayor del que pueden regenerarse. Producto de tal situación se han producido una infinidad de estrategias para minimizar el efecto que en la actualidad se vive con la contaminación misma del medio ambiente, y por la carencia de iniciativa para reciclar los materiales tanto biodegradables como no biodegradables.

La sección de Gestión de la Calidad en su afán de generar nuevas alternativas tanto de investigación como de procedimientos para contribuir a la mejora del medio ambiente, ha contribuido en el desarrollo para la fase de investigación del presente trabajo de graduación, el diseño de un plan de reciclaje de polialuminio.

El mismo, en su estado como tetrabrik, resulta ser un material de alta tecnología diseñado para conservar líquidos con su frescura por mucho tiempo, y que a la vez resulta siendo un material muy contaminante pues no es biodegradable ya que tiene varios compuestos, que impiden su destrucción, como el polietileno y el aluminio, los cuales, constituyen el polialuminio en cuestión, y que requiere de muchos años para que finalmente se degraden.

El plan de reciclaje propuesto empieza describiendo la importancia de dicho plan de polialuminio, el ciclo de para su reutilización y por último se definen las acciones a realizar para involucrar a todo el personal. Posterior implementación de un proceso de transformación que contribuya a la producción de paneles menores para la elaboración de productos terminados y

se impulsen cambios hacia una conciencia social-ambiental destinada a la adopción de nuevos valores para el mejoramiento del medio ambiente.

- **Objetivos**

Teniendo presente el propósito del plan de reciclaje a desarrollar se procedió a definir el objetivo general del mismo, el cual es el de:

- Contribuir en la preservación del medio ambiente, promoviendo la cultura del reciclaje, el cuidado y el aprovechamiento de los recursos naturales a través de la utilización de técnicas para el diseño de un proceso de transformación del polialuminio reciclado, en la sección de Gestión de la Calidad del CII/USAC.

De igual manera se plantearon objetivos específicos, los cuales son:

- Sensibilizar a la población universitaria sobre la preservación del medio ambiente.
- Involucrar al personal sobre el reciclaje de polialuminio, concientizándolos acerca de la importancia de la adecuada separación y reutilización de desechos orgánicos y no orgánicos.
- Lograr cambios en el comportamiento del personal sobre los procedimientos de reciclaje.
- Diseñar un proceso de transformación de polialuminio que sirva de alternativa para su reutilización y de complemento al plan de reciclaje propuesto.
- Reforzar el conocimiento del personal sobre las acciones a tomar en el plan de reciclaje y la adecuada gestión de desechos.

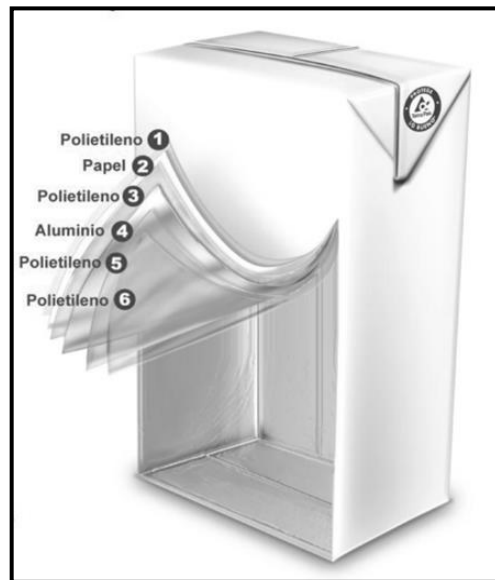
- Importancia del reciclaje de polialuminio

El polialuminio representa un riesgo para los suelos, debido a que es un material no biodegradable y su constitución es muy difícil de deshacer. Al estar unidas varias capas de aluminio y plástico se vuelve, casi imposible, que por medios naturales se separen estos componentes. Debido a esto, pueden pasar miles de años y el envase apenas mostrará signos de desgaste. Según estudios en Alemania por la empresa Tetra Pak se calculó que producir polialuminio en su estado como tetrabrik de capacidad de un litro de leche supone la emisión de aproximadamente 111 gramos de CO<sub>2</sub>.

La composición física del polialuminio representa diversas funciones como envase, en donde el aluminio evita que la luz y el oxígeno penetren al líquido contenido y el polietileno proporciona estanqueidad. Al juntar estos componentes se logra crear un envase que impide que el líquido contenido entre en contacto con el medio exterior evitando así su descomposición en poco tiempo y el uso de conservadores o la necesidad de refrigeración.



Figura 33. **Polialuminio en su estado como envase de tetrabrik**



Fuente: ROMAN, Alfredo. *Experiencias en el tetrapak*.

[http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/Varios/The-Green-Expo-2011/Medio%20Ambiente/Expo%2028/cc/6.%2028%20Ing.%20Alfredo%20Roman\\_cc.pdf](http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/Varios/The-Green-Expo-2011/Medio%20Ambiente/Expo%2028/cc/6.%2028%20Ing.%20Alfredo%20Roman_cc.pdf).

[Consulta: 24 de noviembre de 2014].

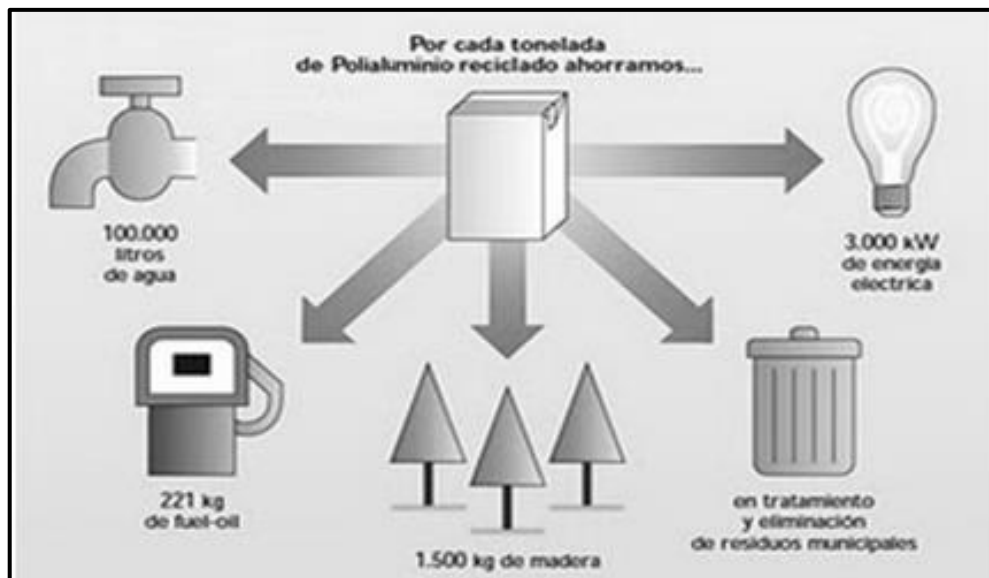
El reciclaje de polialuminio tiene tres consecuencias ecológicas principales:

- Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían, siendo el polialuminio un material no biodegradable tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse.
- Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.
- Reducción de costos asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado reporta un costo menor que el material virgen.

El polialuminio es un material 100 % reciclable, el problema es que en la actualidad se carece de un plan que contemple la necesidad para la reutilización de dicho material en la sección de Gestión de la Calidad, habiendo recursos para desarrollar nuevos métodos para su procesamiento. Lo cual representa una gran amenaza pues el acumulamiento de basura contamina los suelos y priva de valiosas remuneraciones energéticas y de materiales.

En la figura 34 se ilustra las diferentes cantidades de recursos que son necesarios para la fabricación de una tonelada de polialuminio en su estado como envase de tetrabrik.

Figura 34. **Cantidad de recursos utilizados para producir una tonelada de polialuminio**



Fuente: ESPINOSA J., Luis G. *Reciclaje del tetrapak*.

<http://es.slideshare.net/germanboy79x/reciclaje-del-tetrapak>.

[Consulta: 20 de noviembre de 2014].

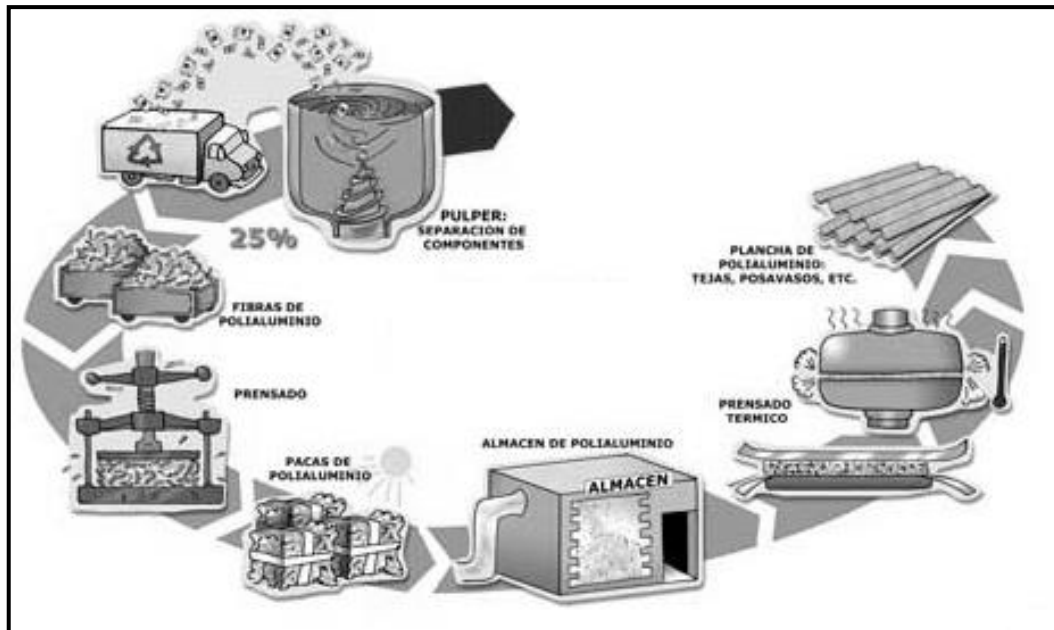
- Ciclo de reutilización de polialuminio

El ciclo del polialuminio representa una nueva alternativa en la producción de nuevos productos, que actualmente en el país carece de iniciativa por parte de las empresas productoras de dicho material. Es por tal motivo que en la sección de Gestión de la Calidad ha nacido la idea de elaborar un plan de reciclaje que contemple las necesidades para su recolección desde su estado como tetrabrik, hasta su transformación en paneles menores que generen una propuesta para paneles aún mayores y por último productos terminados. Dicho ciclo se ilustra a continuación:

- Inicia cuando se recolecta en su estado como tetrabrik, el cual está compuesto de papel, polietileno y aluminio en porcentajes diferentes.
- Se lleva a cabo el proceso de separación de componentes y se enfoca, para el presente plan de reciclaje, en el polietileno y el aluminio constituyendo a lo que se le llama polialuminio.
- Se obtienen las planchas de polialuminio para su posterior almacenamiento.
- Por último, mediante un proceso complejo se procede a transformar el polialuminio en planchas que finalmente se convierten en diferentes tipos de productos como tejas, portavasos, y otros.

Dentro del presente trabajo es de mencionar que únicamente se tendrá contemplado la producción de paneles menores, cuyo propósito es la creación de un proceso autofinanciable en beneficio de la sección de Gestión de la Calidad del CII/USAC, y la creación de nuevos procedimientos de investigación, para contribuir de igual manera, en la regeneración del medio ambiente.

Figura 35. Ciclo de reutilización de polialuminio



Fuente: Cartotek S.A. *Ruta del reciclaje de los envases post consumo de Tetrapak*.  
<http://agenciaorbita.org/ruta-del-reciclaje-de-los-envases-post-consumo-de-tetra-pak/>.  
[Consulta: 3 de diciembre de 2014].

- Acciones a realizar

A continuación se describen una serie de acciones que pretenden el cumplimiento de los objetivos para el plan de reciclaje de polialuminio:

- Involucrar a estudiantes y personal trabajador.

A fin de que tanto los estudiantes de ingeniería como el personal trabajador del CII sean conocedores de las medidas a tomar, se deben de involucrar y concientizar sobre la importancia del reciclaje de polialuminio. La efectiva integración de todos los comprometidos con la mejora del medio

ambiente depende de que se generen cambios, tanto dentro de la misma universidad como del país en general.

Proveyendo pláticas sobre el material a reciclar, es decir el polialuminio, su composición, la importancia de su reutilización, factores ambientales sobre la producción de polialuminio, lo que el reciclaje significa para brindar regeneración del medio ambiente y medios para su reprocesamiento, son temas de suma importancia para dar inicio a las posteriores medidas a emplear.

- Formación de lazos con personas o negocios generadores de desperdicios de polialuminio.

El polialuminio es muy poco conocido como material que se pueda reciclar o reutilizar, debido a que el mismo en un inicio se encuentra contenido en los envases de tetrabrik, utilizados para almacenar principalmente leche o jugos. Tales envases y por consiguiente polialuminio son inmediatamente desechados en lugares como por ejemplo, en los negocios expendedores de productos que contienen leche y los que se encuentran dentro de la universidad no son la excepción.

Es por tal motivo que a fin de tener sitios que recolecten el polialuminio dentro de la USAC, se deben crear lazos con las cafeterías y restaurantes, con el propósito de facilitar su obtención. Además de los negocios a quien se pretenden formar lazos para la recolección de polialuminio, es necesario que las personas involucradas en la planificación de reciclaje, colaboren de igual manera, con el resguardo de envases que ayuden a la causa.

- Implementar un sistema de información.

Comunicar a todas las personas involucradas en el plan de reciclaje de manera objetiva, sobre los resultados obtenidos y los puntos por alcanzar. De esta manera es posible corregir los aspectos que no favorecen en el cumplimiento de los objetivos planteados desde un inicio. Para ello se recomienda:

- Crear reuniones, cuya finalidad sea la de informar los logros, retrocesos y acciones a realizar, haciendo especial énfasis en el grupo siga un mismo rumbo para el alcance de los objetivos.
  - Llevar un control de resultados, para observar con mayor facilidad cualquier situación que impida la mejora continua sobre las estrategias a seguir.
- Establecer contenedores para el depósito de envases de polialuminio.

La recolección de cualquier material reciclable se obtiene con mayor facilidad, disponiendo de contenedores destinados específicamente para el depósito de envases, que permitan la extracción del polialuminio contenido en el mismo. A manera de propuesta se muestra en la figura 36, un tipo de contenedor adecuado para su recolección, siendo el color azul el indicativo para el depósito de material como el polialuminio, y así difundir el mensaje que el plan de reciclaje pretende.

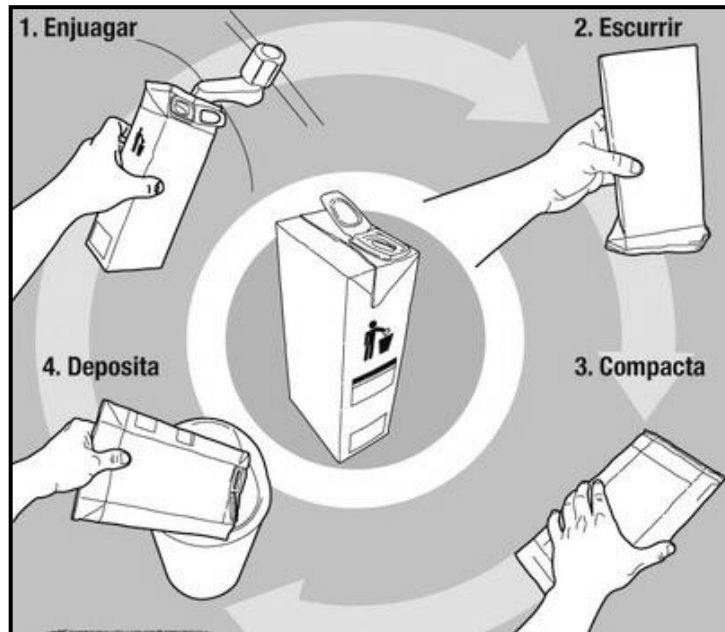
Figura 36. **Contenedor adecuado para el reciclaje**



Fuente: *Los colores que se deben emplear para el reciclaje de basura.*  
<http://susanitamendoza.blogspot.com/2013/04/Reciclaje.html>.  
[Consulta: 4 de diciembre de 2014].

Para ello es ampliamente recomendable enjuagarlos previamente, para evitar que restos del contenido atraigan a los insectos y contaminen el material, además de compactarlos para que no ocupen demasiado espacio al depositarlos en el contenedor. A fin de ser más ilustrativa la anterior recomendación se presenta la figura 37:

Figura 37. **Forma correcta de depositar envases**



Fuente: *No botes los tetra pak*. <https://terremotovaldiviablog.wordpress.com/page/2/>.  
[Consulta: 4 de diciembre de 2014].

- Difundir el proceso de polialuminio a implementar.

La simple difusión de todo lo concerniente al polialuminio, como su composición, recursos utilizados para su fabricación y factores ambientales, no cumpliría a cabalidad el propósito del plan de reciclaje, si no se difunde a detalle el proceso de transformación de polialuminio a paneles que permitan la producción de productos terminados.

Dicho proceso surge de la necesidad de crear alternativas para sustituir a la madera o plástico en la fabricación de productos diversos, utilizando materiales usualmente desechados. Debido a que el polialuminio se presta para transformarlo en paneles de gran dureza y resistencia mecánica, ha surgido



dentro de la sección de Gestión de la Calidad del CII/USAC el diseño de un proceso que haga realidad dicha alternativa. Para hacer los objetivos del proceso de polialuminio a implementar se recomienda:

- Dar una inducción periódica sobre el proceso, definiendo la maquinaria y los recursos a utilizar.
- Realizar ensayos que permitan obtener conclusiones distintas para el establecimiento de mejoras en el proceso.
- Brindar charlas sobre los objetivos planteados en la sección de Gestión de la Calidad y del CII, acerca de los procedimientos de investigación.

En apoyo a lo antes mencionado se amplía a detalle la descripción del producto elaborado, la planeación del proceso de producción y cada una de las operaciones que integra el proceso a implementar, en la página 116.

- Brindar capacitaciones sobre el plan y el proceso propuesto.

Al mismo tiempo que se difunde las acciones a realizar para el plan de reciclaje y el diseño e implementación de proceso de polialuminio se debe de llevar a cabo capacitaciones periódicas, que integren aspectos como:

- Presentaciones sobre el plan de reciclaje y el proceso propuesto.
- Llevar documentación sobre las actividades realizadas y por hacer.
- Involucrar temas relacionados al cumplimiento de la calidad en los procesos.

Dentro de la fase de docencia del presente trabajo se describe el plan de capacitación propuesto, que pretende abarcar los aspectos y acciones antes mencionados. Estas estarán siendo desarrolladas de acuerdo a un cronograma de actividades, y que dependiendo de los resultados a corto y mediano plazo que se obtengan, así será el seguimiento que a cada una de las acciones se le dará.

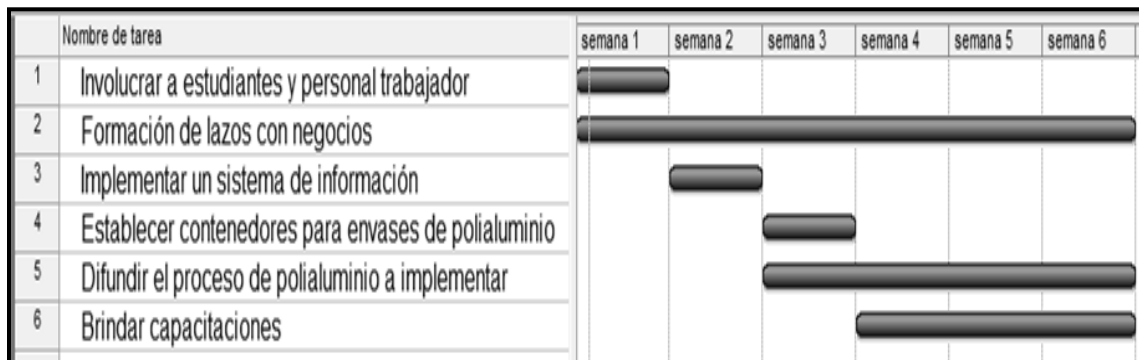
- Cronograma de actividades

El cronograma de actividades para implementar el plan de reciclaje de polialuminio está comprendido de las 6 acciones antes descritas, y que tendrán una duración aproximada de 6 semanas. Desarrollándose en primer lugar el involucramiento de los estudiantes y personal trabajador del CII, dando a conocer los propósitos que el plan de reciclaje de polialuminio tiene. A partir de la segunda semana estará la formación de lazos con los diferentes negocios, la cual será permanente durante el tiempo que se lleven a cabo dichas acciones, y su finalidad es que junto con la ayuda de las cafeterías, restaurantes, y otros, la recolección y reciclaje del material en cuestión sea mucho más fácil.

Para la tercera semana se tiene previsto hacer de conocimiento general la importancia del reciclaje mediante la implementación de un sistema de información dentro de la universidad, para que posteriormente se establezcan contenedores especiales para depositar específicamente polialuminio. De acuerdo a la respuesta que se obtengan por parte de la población universitaria y específicamente la de ingeniería, sobre las anteriores acciones, se procederá a difundir, el proceso de transformación como alternativa para la sustitución de los productos fabricados de madera, empleando los recursos destinados para dicho fin, y desarrollando capacitaciones como último paso de la propuesta.

El cronograma de actividades propuesto con las 6 acciones planteadas se presenta en la figura a continuación.

Figura 38. **Cronograma de actividades**



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2007.

### 3.3. Descripción del producto a elaborar

El producto a elaborar con base en polialuminio reciclado consiste en la producción de paneles con dimensiones aproximadas de 25 cm. de largo, 8 cm. de ancho y de 2 cm. de grosor, como forma de propuesta para la producción paneles aún mayores. Cuyo propósito primordial es la aplicación de dichos paneles como sustituto a la madera o plástico para la fabricación de cualquier tipo de producto fabricado con dichos materiales, para que dicho proceso permita que el CII genere un beneficio autofinanciable y dirigido muy especialmente a la contribución en la regeneración del medio ambiente, formulando procesos que fomenten la reutilización de materiales biodegradables y no biodegradables.

### **3.3.1. Paneles menores de polialuminio**

La elaboración de paneles menores de polialuminio es un nuevo concepto de reciclado para un material muy poco conocido por muchos, el cual se encuentra contenido en los envases de tetrabrik y cuyo propósito en su reutilización surge como una alternativa para reducir la contaminación ambiental generada por dicho material, aplicándosele una serie de operaciones para su transformación, y posterior utilización para la fabricación de productos terminados. Dichas operaciones incluyen una serie de actividades previas:

- Procedencia del polialuminio
  - Recolección de materia prima
  - Selección de materia prima
  - Corte y eliminación de residuos contenidos en materia prima
  - Limpieza de materia prima
  - Separación del polialuminio de materia prima, y
  - Almacenamiento de materia prima
- Procedencia del polialuminio

Tomando en cuenta lo desconocido que el polialuminio es en el país, se deben de definir previamente los sitios ideales en donde procederá su posterior recolección. Las principales fuentes de generación de desecho de este material son:

- La industria fabricante
- Hogares
- Instituciones

- Establecimientos educativos
- Restaurantes

Los materiales producidos por la industria como el polialuminio van en aumento debido a la gran demanda existente en el mercado. En los establecimientos educativos, restaurantes e instituciones es posible la recolección de grandes cantidades de dicho material, aunque es de considerar que la mayor cantidad, proviene del consumo en los hogares, en productos como leche o jugos.

- Recolección de materia prima

La recolección del polialuminio se realizó de la siguiente manera:

- Mediante la recolección del polialuminio contenido en los envases de tetrabrik, utilizado por estudiantes que realizaron proyectos del curso de diseño, obtuvieron un promedio de 5 libras de material al día durante el tiempo que estuvieron trabajando.
- Por medio del aporte realizado por el personal de las secciones del CII y de las distintas actividades realizadas en la sección de Gestión de la Calidad.
- La recolección del polialuminio contenido en los envases de tetrabrik, generados en las diferentes instalaciones de las cafeterías Gitano de la ciudad universitaria, ubicados en los edificios M-3, S-12, y edificio de la AEU teniendo como resultado un aproximado de 12 libras del material por semana.

- Selección de materia prima

Para la utilización del polialuminio como materia prima se procedió a realizar, previamente, un proceso de selección. Ya habiendo hecho la recolección se pudo observar que dicho material muchas veces se encuentra mezclado con otros materiales. La separación de los diversos materiales se realizó utilizando equipo de protección adecuado como guantes y lentes, debido a que los residuos aun contenidos en el material se encontraban en estado de descomposición.

Para realizar la separación del polialuminio requerido se describen algunos aspectos importantes:

- Ubicarse en un área con suficiente ventilación, para evitar en lo posible respirar los olores provenientes de los materiales
- Utilizar el equipo de protección necesario y adecuado para realizar dicha actividad.
- Tener especial cuidado al momento de separarlo de otros materiales como papel, vidrio, residuos líquidos, y otros.

- Corte y eliminación de residuos contenidos en materia prima

Para realizar el procedimiento de corte del polialuminio desde su estado como envase de tetrabrik, en primer lugar se debe eliminar cualquier contenido restante que hubiese en el material, vertiéndolo en el desagüe del área de trabajo y posteriormente se realiza el corte, cuyos pasos se describen a continuación:

- Levantar las pestañas ubicadas en el fondo del envase como a los costados del mismo.
- Aplastar el envase, habiendo eliminado cualquier contenido que tenga.
- Empezar el corte desde el agujero del envase, en dirección a los bordes que unifican el mismo y que se encuentran a un costado.
- Desplegar el restante del envase, para que finalmente quede una lámina entera.

Figura 39. **Operación de corte de materia prima**



Fuente: CII/USAC.

- Limpieza de materia prima

La limpieza de la lámina obtenida del envase se realiza de forma manual mediante la utilización de un desinfectante. Su objetivo es eliminar cualquier residuo líquido que pudiera existir en algunos envases, eliminando de igual manera olores y cualquier tipo de contaminante perjudicial para el producto a elaborar. Esta limpieza de materia prima se debe de realizar haciendo especial énfasis en la parte de aluminio del envase, debido a que dicha parte es la requerida para llevar a cabo el proceso propuesto.

- Separación de polialuminio de materia prima

La separación del polialuminio del envase de tetrabrik se lleva a cabo manualmente teniendo en primer lugar el material totalmente seco. Esto con el propósito de eliminar la capa más gruesa de cartón del envase, tratando de no romper la parte de polialuminio. Habiendo realizado el paso anterior se debe humedecer el resto del envase, conformado por el polietileno, aluminio y residuos de cartón por un tiempo indefinido, con la finalidad de que estando mojado el cartón, permite eliminarlo más fácilmente, y obtener de esta manera el polietileno y el aluminio del envase, denominado polialuminio.



Figura 40. **Separación de residuos de papel en polialuminio**



Fuente: CII/USAC.

- Almacenamiento de materia prima

El correcto almacenamiento de la materia prima permite mantener el orden y limpieza en el área de trabajo, y evitar la presencia de plagas. Un correcto almacenaje permite aumentar la vida útil del producto, además de un ahorro económico y de tiempo, ya que de esta manera se podrán utilizar todas las materias primas sin que se tenga que rechazar ninguna por daños. Es aconsejable tener un lugar destinado para cada tipo de materia prima, en caso se trabajase con diferentes tipos de materiales.

### **3.3.2. Planeación del proceso de producción**

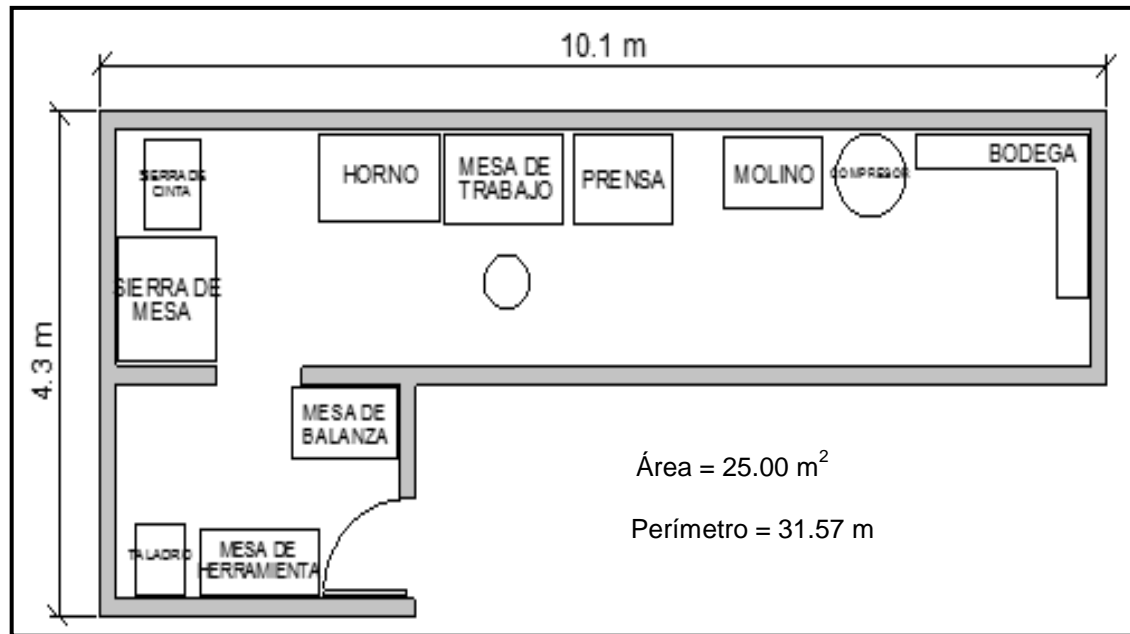
En el proceso de producción dentro de las instalaciones del área de Ensayos de la sección de Gestión de la Calidad, es utilizada un área de trabajo aproximada de 25 m<sup>2</sup> que incluye una línea de producción, conformada por maquinaria y equipo diverso, así como de un área de almacenaje de materia prima utilizada para la elaboración del producto propuesto.

Dado al escaso espacio existente en el área de Ensayos se sugiere el ingreso de máximo dos personas para llevar a cabo el proceso cada vez que se elaboren los productos. Dichas personas deberán ser previamente capacitadas con respecto a la operación de la maquinaria y equipo, sobre la seguridad e higiene en el área de trabajo y acerca del proceso a realizar. Para lo cual, dicha capacitación debe tener como objetivo principal el contribuir en el fortalecimiento de los conocimientos individuales del personal, para un mejor desempeño laboral, tanto dentro del área de ensayos, como en cualquier plano laboral.

Es de mencionar también que para la planeación del proceso de producción, se debe de tomar en cuenta la divulgación de las normas de condiciones ambientales relacionadas al orden y limpieza y de las normas generales de conducta dentro del área de Ensayos, con el propósito de evitar cualquier acontecimiento indeseado.

La maquinaria, los materiales, las herramientas e instrumentos de medición fueron otorgados por la sección de Gestión de la Calidad del CII, para la llevar a cabo el proceso de polialuminio propuesto. En la figura 41 se presenta la distribución de maquinaria del área de trabajo dentro de las instalaciones del área de ensayos.

Figura 41. **Distribución de maquinaria dentro del área de ensayos**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2006.

### 3.3.3. **Proceso de producción**

El proceso de producción de paneles menores de polialuminio se lleva a cabo a través de una serie de operaciones comprendido desde la elección de material, prensado del material en un molde, horneado, corte y almacenamiento del producto final.

#### 3.3.3.1. **Maquinaria y equipo**

Las maquinarias y equipos utilizados para la elaboración de paneles menores de polialuminio son las siguientes:







- Prensa neumática
- Horno digital de convección forzada
- Compresor de aire
- Sierra de banda
- Balanza de precisión
- Molde metálico (26 cm. x 10 cm. x 5 cm.)
- Equipo de protección

La descripción del funcionamiento, operación, especificaciones técnicas y mantenimiento de la maquinaria se encuentra en el capítulo 2 del presente trabajo.

#### **3.3.3.2. Equipo de protección**

La utilización de equipo de protección permite establecer las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la protección individual del personal en el área de trabajo. El equipo de seguridad necesario para la fase experimental del presente estudio, implica la utilización de bata de laboratorio, casco industrial, guantes aislantes de calor, lentes de protección, protectores auditivos y calzado industrial.

Tabla XLIII. **Equipo de protección**

Equipo de protección	Finalidad	Proceso utilizado	Imagen
Bata de laboratorio	Protege de suciedad y sustancias químicas.	Todas	
Casco industrial	Evita golpes en la cabeza por objetos contundentes.	Todas	
Guantes aislantes de calor	Evita el contacto de las manos con objetos calientes.	Horneado de molde	
Lentes de protección	Impiden que polvo, basura o sustancias penetren en los ojos.	Prensado y corte en sierra	
Protectores auditivos	Protege los oídos del ruido de la maquinaria.	Prensado y corte en sierra	
Calzado industrial	Protege a los pies de posibles impactos por objetos pesados.	Todas	

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3.3. Descripción del proceso

A fin de que se pueda tener una mejor comprensión del proceso de producción de paneles menores de polialuminio, a continuación se presenta en forma general, la descripción de las operaciones que comprenden el proceso total.

- Corte y colocación de láminas de polialuminio en molde

Debido a que el molde a utilizar en el proceso tiene las dimensiones aproximadas de 26 cm de largo, 10 cm de ancho y 5 cm de alto, se debe de cortar las laminas de polialuminio a dicha medida. Esto puede ser realizado con una tijera o por medio de una guillotina. En la fase experimental del proceso se procedió a utilizar una cantidad de 35 láminas de polialuminio enteras, las cuales al cortarlas a la medida del molde, se obtuvo 110 láminas que fueron acomodadas en un orden indistinto.

Cabe mencionar que antes de colocar las láminas de polialuminio en el molde, es necesario lubricar el mismo y su tapadera, con aceite mineral, además de aplicar talco, impidiendo que el panel se adhiera al molde al momento de querer desmontarlo.

Figura 42. **Colocación de láminas de polialuminio en molde**



Fuente: CII/USAC.

- Prensado de panel

Habiendo realizado la anterior operación, le sucede el proceso de prensado, la cual se realiza mediante una prensa neumática, que permite aplicar una fuerza de compresión máxima de hasta 50 toneladas.

Antes de proceder a realizar el prensado del molde se debe de verificar también las condiciones del compresor, accionando la prensa de manera neumática. Para ello el compresor debe de estar, en primer lugar conectado y encendido, la manguera de alimentación debe de estar conectada con la válvula que permite el paso del aire accionado y el nivel de presión del aire debe de ser la requerida para realizar la operación.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos se debe de colocar el molde con polialuminio en la mesa de trabajo de la prensa, teniendo en cuenta que la altura de dicha mesa de trabajo sea la correcta, acomodando adecuadamente los apoyos en V de la prensa y verificando que la presión ejercida sea distribuida uniformemente sobre el molde.

En el caso particular del panel elaborado se ejerció una presión de 15 toneladas, y se dejó descansar con esa presión sobre el molde durante 3 minutos.

Figura 43. **Proceso de prensado**



Fuente: CII/USAC.

- **Horneado de panel**

El proceso de horneado se realiza por medio de un horno digital, el cual previo a empezar el proceso total, se debe de encender y establecer la temperatura de horneado requerida, hasta un máximo de 220 °C de acuerdo a las especificaciones técnicas de dicho equipo. Esto debido a que para alcanzar esa temperatura el horno requiere de un tiempo aproximado de 2 horas y media. Habiendo alcanzado la temperatura establecida y utilizando guantes aislantes de calor, se traslada el molde con polialuminio hacia el horno.

El producto del calor adicionado al molde genera que el polietileno, existente en las láminas, permita que las mismas se adhieran unas con otras, produciendo un solo bloque de aluminio y polietileno. Para el panel de



polialuminio elaborado se horneó durante un tiempo de 45 minutos a una temperatura de 220 °C.

Figura 44. **Proceso de horneado**



Fuente: CII/USAC.

- **Desmontaje y corte de panel de polialuminio**

Luego de haber horneado el panel se repite el proceso de prensado. Esto con la finalidad de, estando las laminas adheridas unas con otras, permita elevar el nivel de compresión que posee, para hacer más compacto el panel elaborado. De igual manera se verifica el estado del compresor y de la prensa para accionar de manera neumática la fuerza de compresión predefinida y durante el tiempo requerido.

Posteriormente se procede a desmontar el panel utilizando herramienta menor, que de acuerdo a la cantidad de aceite y talco que se le haya aplicado

en un inicio sobre el molde y en la tapadera, será el grado de facilidad con que esta se desmonte. Finalmente teniendo el panel ya desmontado, y con el propósito de asegurar la calidad óptima del producto final se procede a eliminar detalles sobre los bordes del panel.

Figura 45. **Proceso de corte en sierra**



Fuente: CII/USAC.

El peso final del panel fue de 288,26 g. En la figura 46 se muestra el producto final del proceso descrito.

Figura 46. **Panel de polialuminio elaborado**



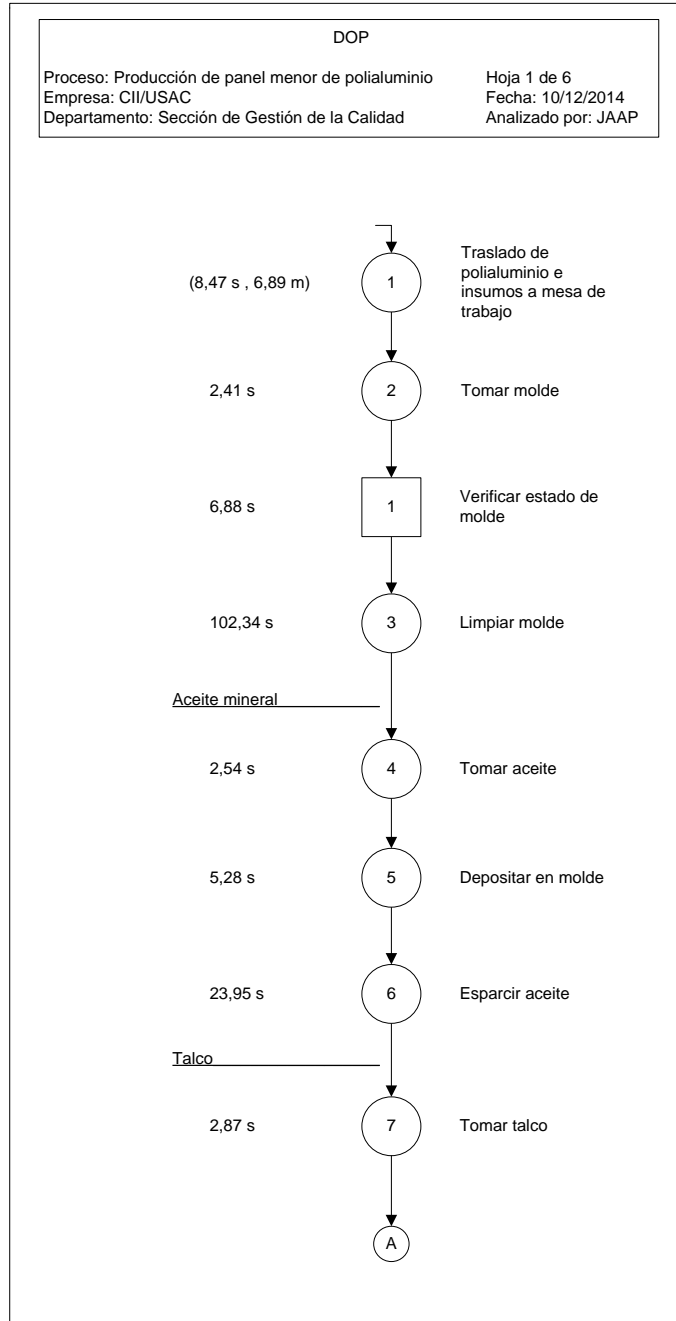
Fuente: CII/USAC.

#### **3.3.3.4. Diagrama de operaciones de proceso**

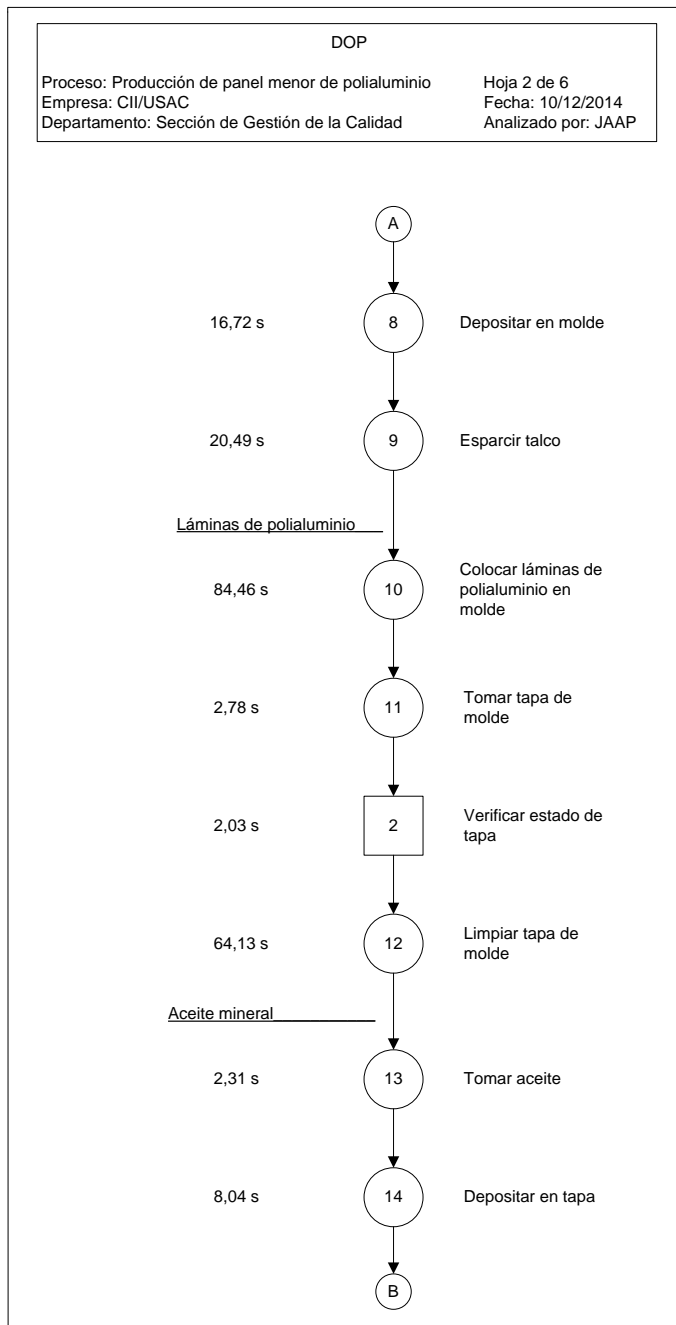
El también llamado DOP describe los tiempos y recursos utilizados en cada una de las operaciones que compone el proceso de producción de panel menor de polialuminio, desde el traslado de los insumos a la mesa de trabajo, hasta la finalización de la probeta, limpieza del lugar de trabajo y el retorno de los insumos a su sitio.

El DOP del proceso de producción de panel menor de polialuminio se presenta en la figura 47.

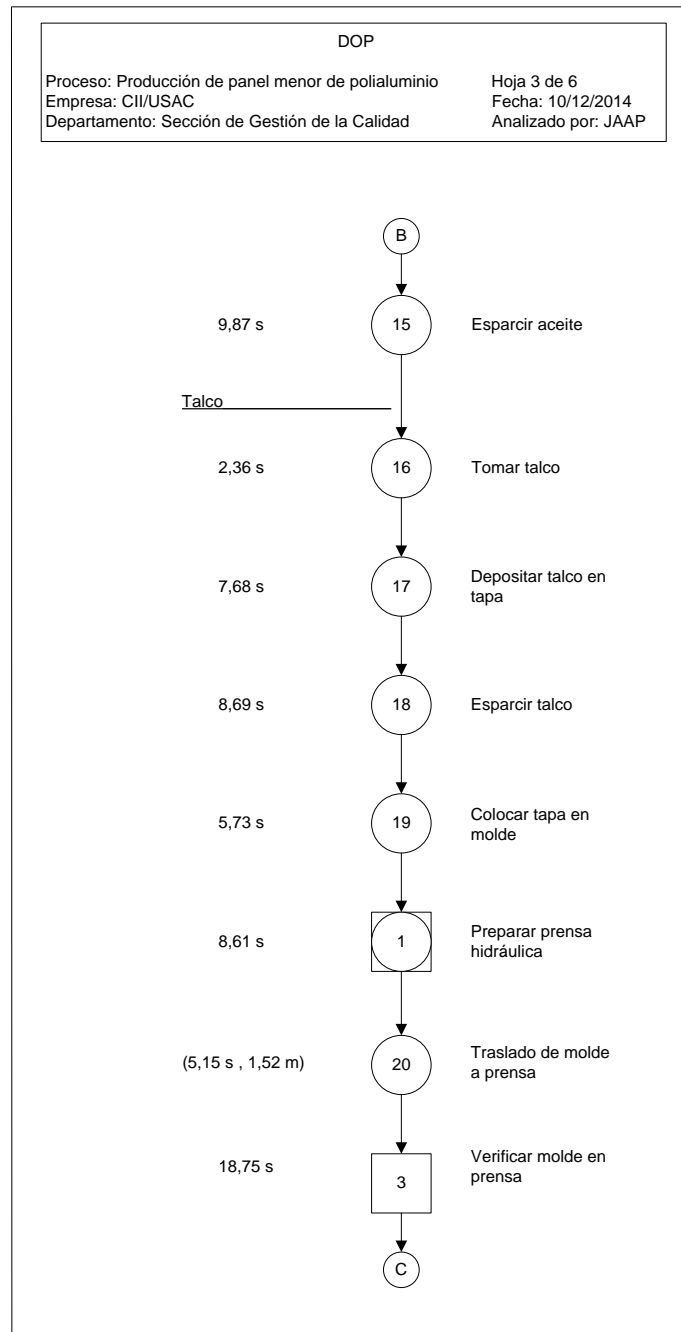
Figura 47. Diagrama DOP del proceso de polialuminio



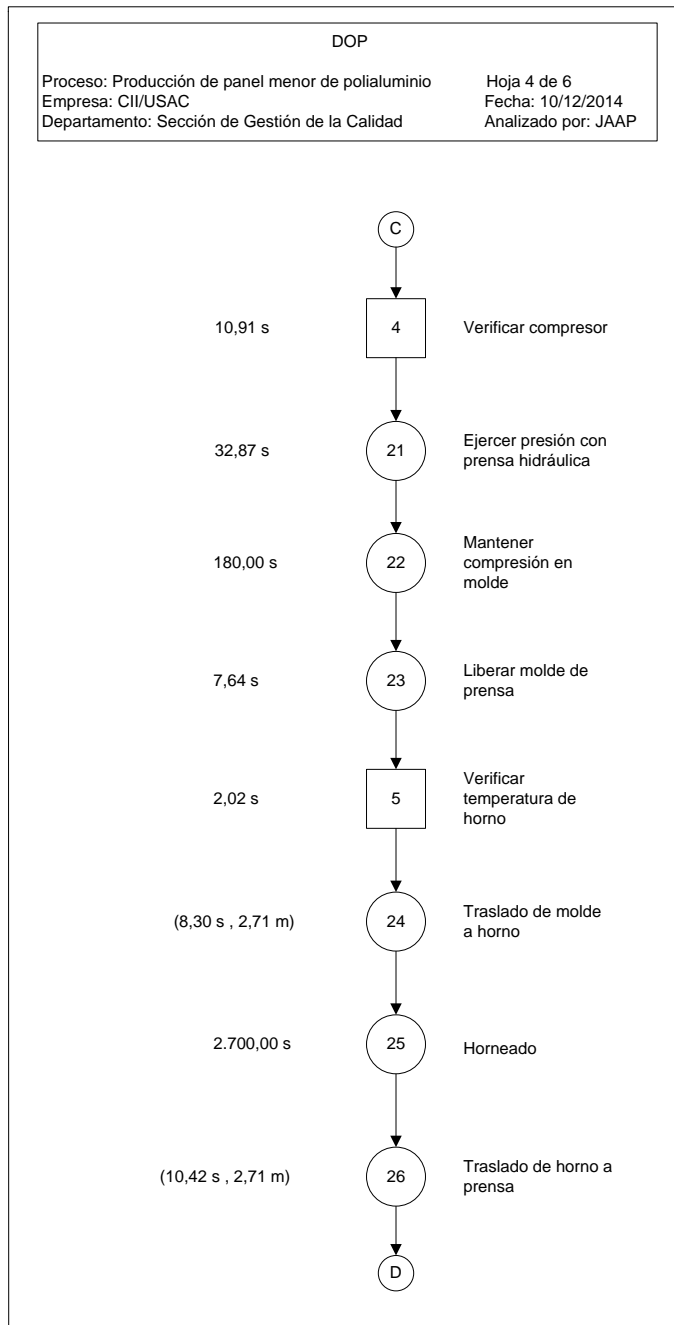
Continuación de la figura 47.



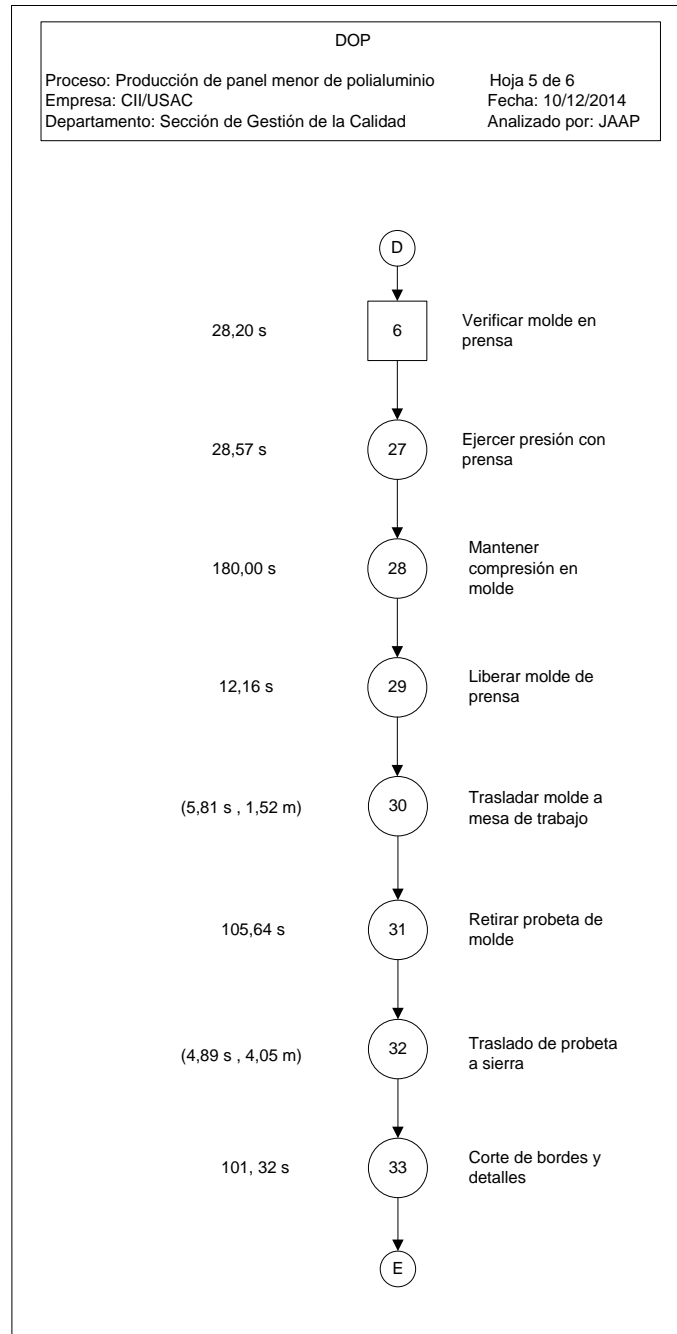
Continuación de la figura 47.



Continuación de la figura 47.

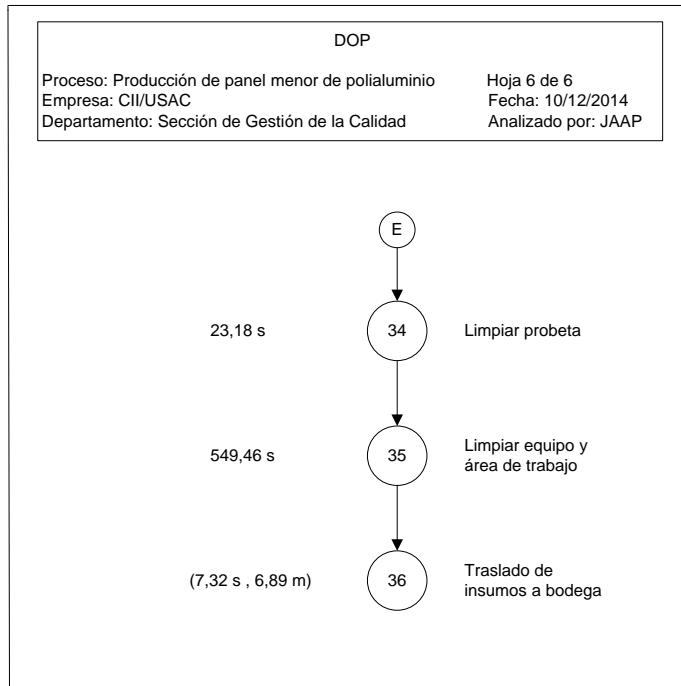


Continuación de la figura 47.





Continuación de la figura 47.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Tabla XLIV. **Resumen DOP de proceso de polialuminio**

RESUMEN				
Actividad	Simbología	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)
Operación	○	36	4 343,85	26,29
Inspección	□	6	68,79	---
Combinada	◻	1	8,61	---
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>4 421,25</b>	<b>26,29</b>

Fuente: elaboración propia.

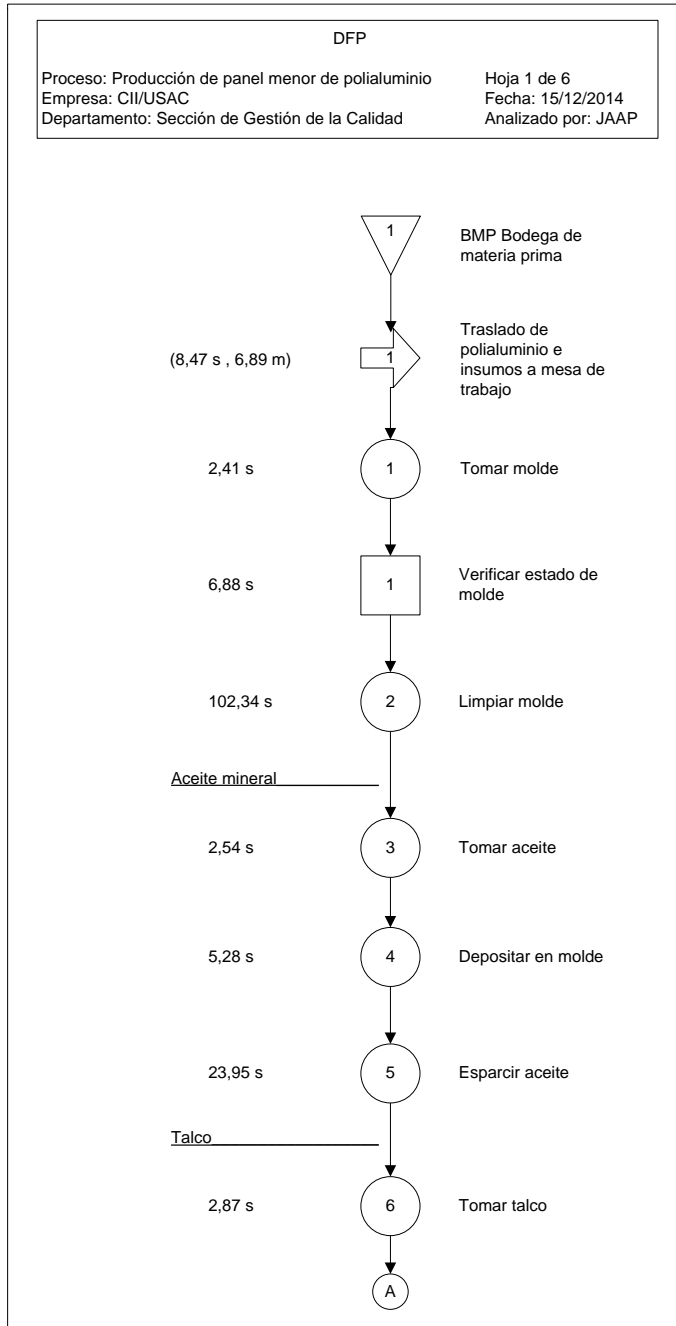
El resumen de las actividades del DOP del proceso de polialuminio se presenta en la tabla XLIV. Como se puede observar en dicha tabla, el diagrama presenta un total de 44 actividades, una distancia recorrida de 26,29 metros, así como un tiempo total de 4 421,25 segundos equivalente a 73,69 minutos aproximadamente.

#### **3.3.3.5. Diagrama de flujo de operaciones**

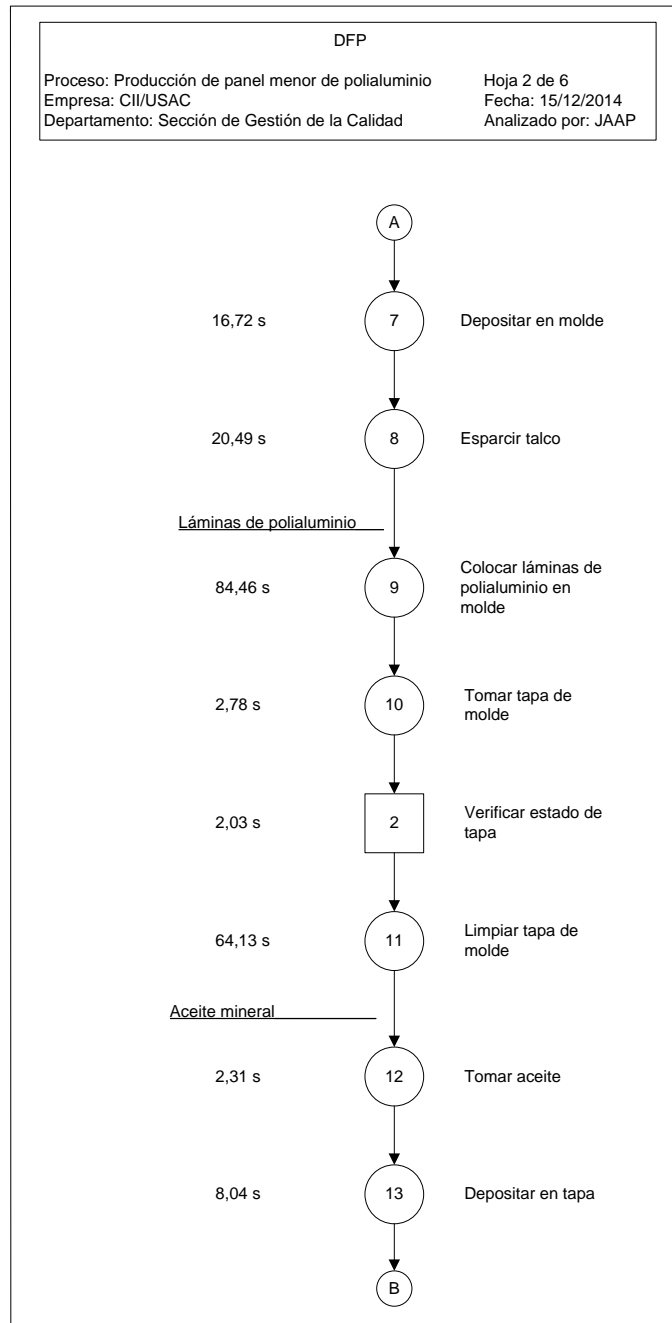
El también llamado DFP muestra a mayor detalle los procedimientos, tiempos y recursos utilizados en las operaciones de producción del panel menor de polialuminio, igualmente desde el traslado de los insumos a la mesa de trabajo, hasta la finalización de la probeta, limpieza del lugar de trabajo y el retorno de los insumos a su sitio.

El DFP del proceso de producción de panel menor de polialuminio se presenta en la figura 48.

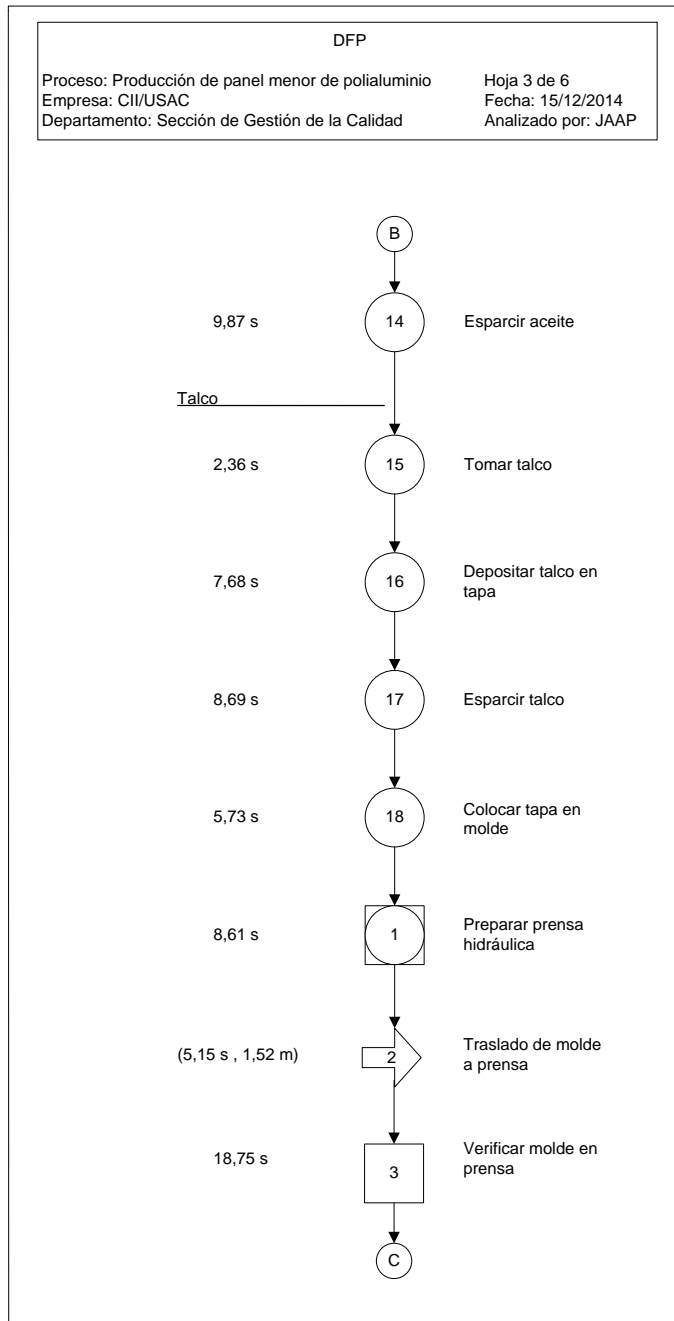
Figura 48. Diagrama DFP del proceso de polialuminio



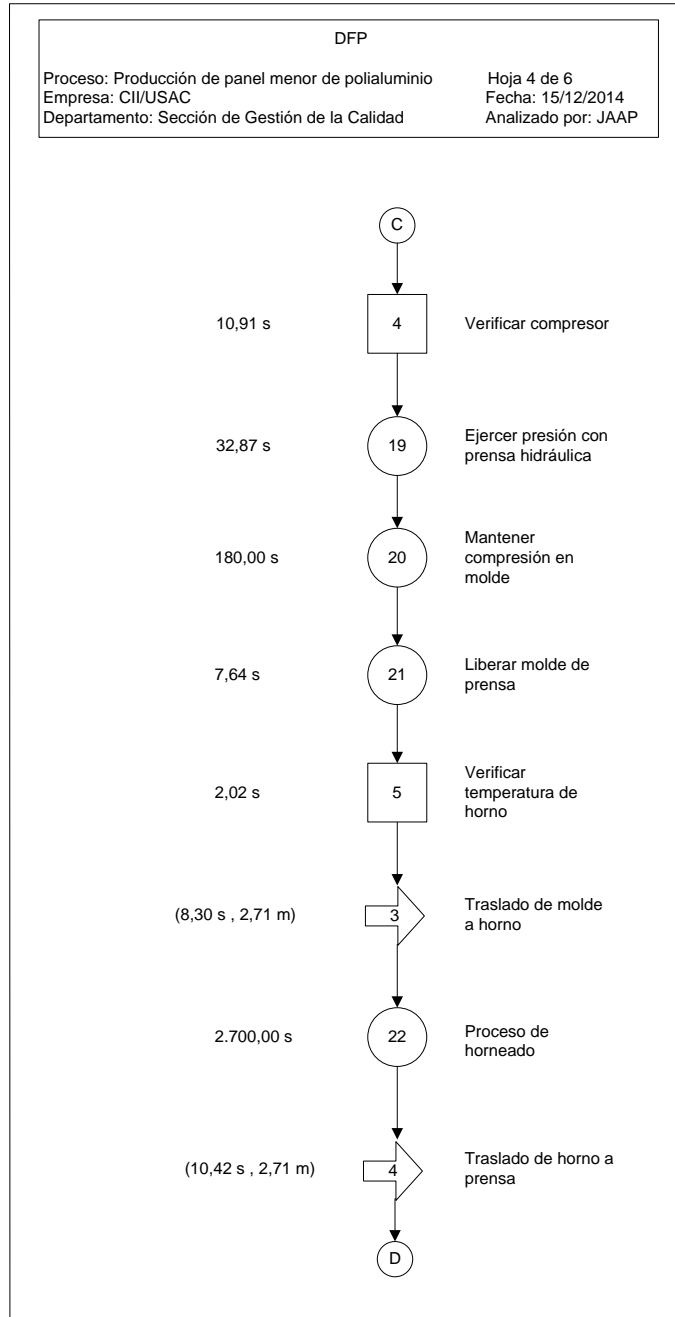
Continuación de la figura 48.



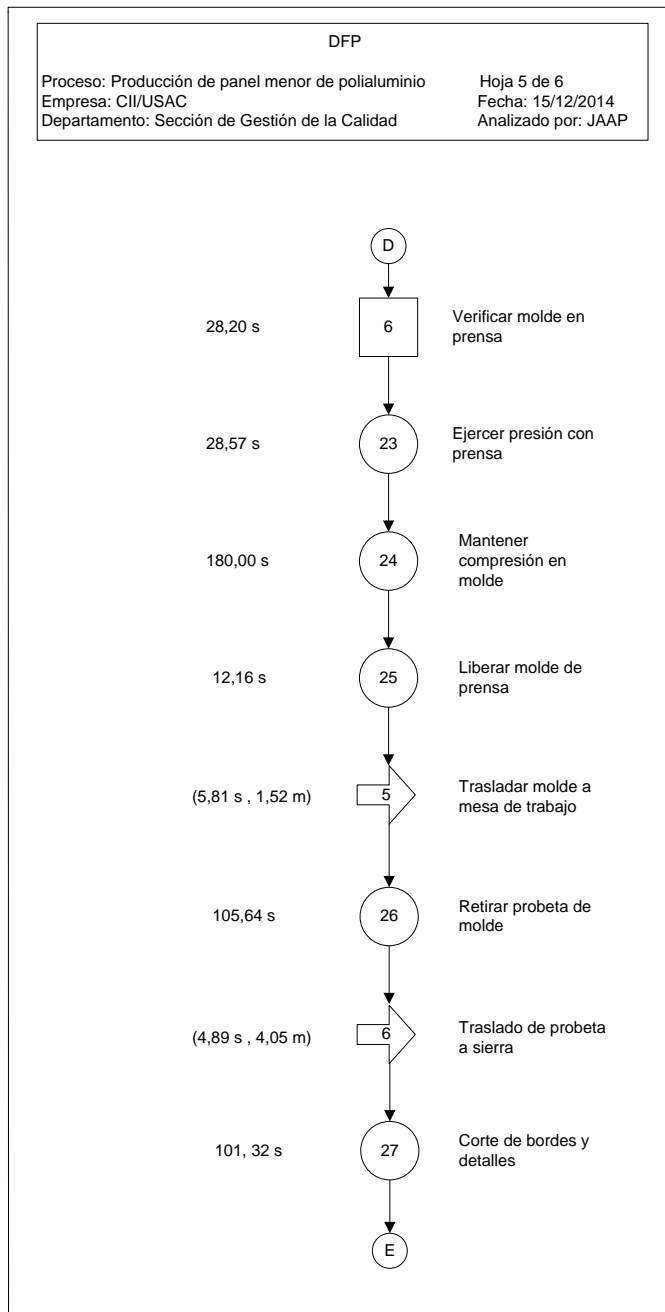
Continuación de la figura 48.



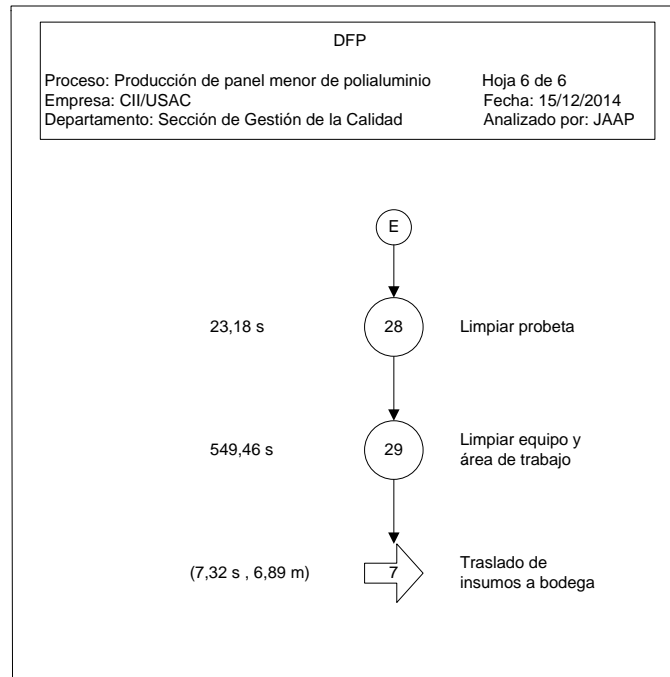
Continuación de la figura 48.



Continuación de la figura 48.








Continuación de la figura 48.



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.



Tabla XLV. **Resumen DFP de proceso de polialuminio**

<b>RESUMEN</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Simbología</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Distancia (m)</b>
Operación		29	4 293,49	---
Inspección		6	68,79	---
Transporte		7	50,36	26,29
Combinada		1	8,61	---
Almacenamiento		1	---	---
<b>Total</b>		44	4 421,25	26,29


Fuente: elaboración propia.

El resumen de las actividades del DFP del proceso de polialuminio se presenta en la tabla XLV. Como se observa en la tabla, el diagrama presenta un total de 44 actividades, una distancia recorrida de 26,29 metros, así como un tiempo total de 4 421,25 segundos equivalente a 73,69 minutos aproximadamente.

- Forma y dimensiones del panel de polialuminio elaborado

La forma y dimensiones del panel de polialuminio elaborado se deben de tomar como una propuesta, ya que para asegurar la calidad óptima del producto final a elaborar. El resultado obtenido puede ser sometido a pruebas adicionales que permitan producir paneles de mayor tamaño y consistencia, e incorporar tales cambios y aspectos técnicos al diseño definitivo, de acuerdo a las necesidades que la sección de Gestión de la Calidad disponga en sus procedimientos de investigación.

Tabla XLVI. **Forma y dimensiones de panel de polialuminio elaborado**

FORMA	DIMENSIONES
	<p>24,7 cm. de largo 8,4 cm. de ancho 1,75 cm. de espesor</p>

Fuente: elaboración propia.

- Aspectos técnicos

Para el mejor análisis del panel de polialuminio elaborado, se abarcaron aspectos técnicos como el peso, conductividad térmica y resistencia mecánica.

- **Peso**

El panel de polialuminio elaborado dio un peso de 288,26 g. por lo que se pudo concluir que es un material liviano por el bajo peso específico de las láminas de materia prima. Su peso es similar al de una pieza de madera de pino de igual tamaño y espesor, que en cuyo caso podría ser utilizado en productos que cumplen la misma finalidad.

- **Conductividad térmica**

Por su composición física son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica.

- **Resistencia mecánica**

Posee una resistencia mecánica menor a los paneles de madera de igual tamaño, pero suficiente soporte al ser utilizados en distintos propósitos. Para determinar su resistencia mecánica puntual se sugiere la realización de ensayos como de flexión y de compresión.

### **3.4. Resultados esperados de la propuesta**

Los resultados esperados, luego de haber ejecutado la presente propuesta, van encaminados a que los mismos se ajusten a los objetivos planteados, mediante las acciones a realizar dentro del plan de reciclaje. Las herramientas necesarias para la continua difusión sobre la problemática a resolver y el seguimiento de resultados obtenidos de acuerdo a la metodología establecida. Teniendo presente todo lo anterior se puede describir una serie

efectos que el plan pretende provocar hacia las personas involucradas y para la sección de Gestión de la Calidad:

Llevar a cabo una planificación sobre la administración del polialuminio desechado en la sección de Gestión de la Calidad, la Facultad de Ingeniería y la USAC, mediante la separación y clasificación de dichos residuos en contenedores destinados para dicho fin, cumpliendo con las normas y estándares establecidos para el desecho, disposición y almacenamiento de basura de ese tipo. Obteniendo de esta manera, beneficios ambientales, sociales y económicos, de acuerdo a los resultados que se obtengan del proceso de polialuminio implementado.

Además se espera una mayor concientización acerca de los beneficios ecológicos que aporta el reciclaje y las consecuencias que crea el gasto desmedido de recursos para la producción de productos, que mejoran nuestra calidad de vida, pero que generan una gran cantidad de residuos sólidos.

Se espera crear bases para su mejor aprovechamiento y minimización del impacto devastador en el planeta y sus ecosistemas, manteniendo un ambiente limpio y sano, y aportando en el cumplimiento de las políticas del CII. Mediante la docencia hacia los estudiantes y la población en general dentro de la USAC, acerca de las 3R, reducción, reutilización y reciclaje enfocadas al polialuminio y la basura que puede ser nuevamente utilizada y transformadas con el proceso descrito.

### 3.5. Costos de la propuesta

Los costos de los que depende la ejecución del plan del reciclaje son seis, que involucran insumos tanto para la divulgación de dicho plan, como para implementar el proceso de transformación de polialuminio, estos se muestran en la tabla XXIX.

Es de considerar que los costos en energía para la operación de la maquinaria, el equipo y el gasto de agua no se tomaron en cuenta, ya que corren a cuenta de la universidad. Así como la adquisición de equipo de seguridad a utilizar, cuyos costos ya fueron considerados en el capítulo anterior.

Tabla XLVII. **Costos para implementar la propuesta**

<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1.	Contenedor de basura	4	Q. 259,99	Q. 1 039,96
2.	Rótulos	5	Q. 9,00	Q. 45,00
3.	Tijeras	3	Q. 15,00	Q. 45,00
4.	Desinfectante	1 gal.	Q. 45,00	Q. 45,00
5.	Talco industrial	1 lb.	Q. 10,00	Q. 10,00
6.	Aceite mineral	1 gal.	Q. 40,00	Q. 40,00
	<b>Total</b>			Q. 1 224,96

Fuente: elaboración propia.

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Diagnóstico de la situación actual**

El diagnóstico de necesidades se realizó a través de una entrevista no estructurada con el encargado de la sección de Gestión de la Calidad, y de los usuarios de la maquinaria y del área de Ensayos en general. Se seleccionaron diversos temas para proceder a elaborar el plan de capacitación, los cuales fueron:

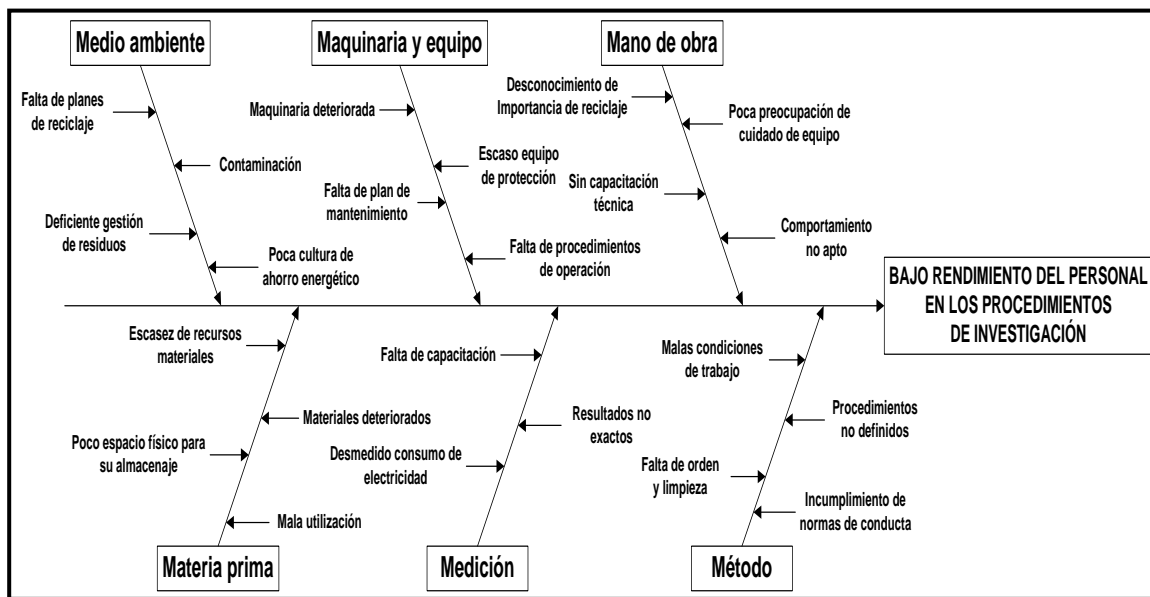
- Mantenimiento de maquinaria y equipo
  - Reciclaje de polialuminio
  - Gestión de desechos sólidos
  - Ahorro de energía eléctrica
  - Normas de conducta y condiciones ambientales
  - Uso de equipo de protección
- 
- Diagrama Ishikawa sobre capacitación

Teniendo en cuenta los temas considerados en el anterior diagnóstico, para elaboración del plan de capacitación, se procedió a realizar un diagrama causa y efecto. En el cual, se analizó el efecto encontrado para el presente proyecto, que es el bajo rendimiento del personal en los procedimientos de investigación, producto del personal poco capacitado y de la ausencia de un plan de docencia establecido que involucre al personal para con la maquinaria,

el equipo, la materia prima, el método empleado los procesos y el área de Ensayos en general.

En la figura 49 se analizaron una serie de factores que afectan actualmente a la mejora continua del área de Ensayos y en la sección de Gestión de la Calidad, que requieren ser corregidos con el plan de capacitación, los cuales son:

Figura 49. Diagrama Ishikawa del plan de capacitación



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Causa raíz: personal poco capacitado.

## **4.2. Plan de capacitación**

Como se mencionó en el anterior diagnóstico se determinaron ciertas necesidades por la falta de capacitación, para lo cual se procedió a elaborar el plan de capacitación dirigido a todo el personal que utiliza la maquinaria y el área de ensayos, así como de otros temas importantes detectados, tales como la adecuada gestión de desechos, ahorro de energía eléctrica, procedimientos de uso de equipo de protección y también sobre normas generales de conducta dentro del área de Ensayos, con el fin de evitar cualquier acto inseguro que pueda provocar un acontecimiento no deseado, como los son los accidentes.

Para ello se utilizó como medio de apoyo el Manual de gestión de residuos y seguridad en laboratorios ambientales, de la autora María Fernández. Con el cual se seleccionaron determinadas normas aplicables dentro del plan de capacitación propuesto. Y por último, con el objetivo de involucrar a la sección de Gestión de la Calidad y su función dentro de CII, se tiene previsto una charla acerca de los principios de la Gestión de la Calidad, entre otros temas, que resultan ser parte importante de cualquier proceso y del pènsuam del estudiante de ingeniería.

- **Objetivos**

Teniendo en cuenta el propósito final que el plan de capacitación va a tener se definió el objetivo general del mismo, el cual es:

- Contribuir en el fortalecimiento de los conocimientos individuales del personal, para un mejor desempeño laboral.



Se plantearon de igual manera los objetivos específicos que va a tener:

- Promover un ambiente de mayor seguridad dentro y fuera del área de ensayos.
  - Proporcionar al CII, recursos en términos de conocimiento, habilidades y actitudes para el óptimo desempeño de todo el personal.
  - Reforzar el conocimiento del personal sobre el adecuado uso y mantenimiento de la maquinaria.
  - Propiciar el conocimiento técnico para la adecuada implementación del plan de reciclaje de polialuminio propuesto.
  - Lograr cambios en el comportamiento del personal sobre los procedimientos de seguridad en el área de Ensayos.
  - Concientizar al estudiante la importancia del reciclaje.
- Metodología: el plan de capacitación se ha de llevar a cabo de manera grupal, que permita la ampliación de los conocimientos individuales de los involucrados y que sirva de también de complemento para un mejor aprendizaje, con base en los objetivos planteados y temas seleccionados en el anterior diagnóstico, utilizando recursos técnicos que brinden un apoyo en la formación de dichos participantes.

Debido a que lo que se pretende realizar es una capacitación generalizada de fácil comprensión, el nivel de las capacitaciones será

básico, de manera presencial y se han de realizar en las instalaciones de la sección de Gestión de la Calidad o en el salón 205 del edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería, dependiendo de la disponibilidad de dichos lugares.

- Recursos humanos: las capacitaciones estarán siendo conformadas por los participantes, que pueden ser estudiantes o el mismo personal trabajador de la Facultad y expositores especializados en los temas previamente definidos, que en cumplimiento con las políticas de docencia del CII, estarán siendo impartidas tanto por el encargado de la sección de Gestión de la Calidad, así como del personal investigador de dicha institución y el epesista.
- Recursos materiales: será necesaria la utilización de una computadora, un proyector, un pizarrón, lapiceros, marcadores y hojas.
- Contenidos de temas: los contenidos de los temas abarcarán en principio, las especificaciones técnicas de la maquinaria del área de Ensayos, procedimientos de operación y mantenimiento, equipo de protección, y las normas dentro de las instalaciones de trabajo. Para luego adentrarse a las Buenas Prácticas de Manufactura dentro de los procesos de investigación desarrollados en el CII, y del proceso de transformación de polialuminio, su composición y procedimientos, en conjunto con el plan de reciclaje propuesto.

Además de los temas que el presente trabajo abarca se incluirán capacitaciones sobre los principios que constituyen los sistemas de gestión de la calidad, como enfoque al cliente, liderazgo, participación del personal, mejora continua entre otros.

Tomando en cuenta los temas y necesarios a abarcar en el diagnóstico realizado y los contenidos antes descritos se procedió a elaborar un plan de capacitación, cuyos temas se pretenden impartir de manera semestral, y cuyas fechas se definen a conveniencia de los involucrados. Este se muestra en la tabla XLVIII:

Tabla XLVIII. **Plan de capacitación propuesto**

Núm.	Tema	Capacitador	Participantes	Recursos	Frecuencia
1.	Principios de Gestión de la Calidad	CII/USAC	Estudiantes y personal del CII	Computadora, proyector, pizarrón, hojas, lapiceros y marcadores.	Semestral
2.	Mantenimiento en los equipos	Epesista	Estudiantes de ingeniería	Computadora, proyector, pizarrón, hojas, lapiceros y marcadores.	Semestral
3.	Operación y mantenimiento de maquinaria	Epesista	Estudiantes de ingeniería	Maquinaria del área de ensayos.	Semestral
4.	Buenas prácticas de manufactura	CII/USAC	Estudiantes de ingeniería	Computadora, proyector, pizarrón, hojas, lapiceros y marcadores.	Semestral
5.	Composición y reciclaje de polialuminio	Epesista	Estudiantes de ingeniería	Computadora, proyector, pizarrón, hojas, lapiceros y marcadores.	Semestral
6.	Proceso de transformación de polialuminio reciclado	Epesista	Estudiantes de ingeniería	Maquinaria del área de ensayos.	Semestral
7.	Formación de formadores	CII/USAC	Estudiantes y personal del CII	Computadora, proyector, pizarrón, hojas, lapiceros y marcadores.	Semestral

Fuente: elaboración propia.

- Hoja de registro de capacitaciones

Para llevar un control de los participantes en las capacitaciones impartidas se procedió a crear una hoja de registro, que este integrada por toda la información de dicha capacitación, con el propósito de darle un seguimiento a la retroalimentación de los temas seleccionados en el plan de capacitación propuesto o de nuevos temas que se tengan pensado integrar, para el beneficio de sus participantes. De igual manera dentro de la calendarización de actividades se propuso una hoja con la cual se tendrá control de las personas que asistan a las capacitaciones.

Figura 50. **Hoja de registro de capacitaciones**

HOJA DE REGISTRO DE CAPACITACIONES				Núm. _____	
Tema:		Nombre del capacitador			
Fecha:		Lugar:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:			
Núm.	Nombre	Sección o dependencia	Registro personal/carnet	Correo	Firma

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Evaluación de resultados**

Habiendo concluido las capacitaciones propuestas se espera que todos los participantes tengan un mayor conocimiento en los temas seleccionados, aumentando sus habilidades para beneficio de ellos mismos y el logro de los objetivos planteados para el presente plan. Dichos resultados esperados se pueden resumir en una serie de aspectos, tales como:

- Mejora en las condiciones de la maquinaria del área de Ensayos.
- Garantizar la calidad en los procesos realizados.
- Implementación de nuevos procedimientos de reciclaje.
- Desarrollar la iniciativa en los estudiantes para mejorar los procedimientos de investigación.
- Buen clima organizacional.
- Aumentar la eficiencia en la operación de la herramienta y equipo.
- Involucrar la práctica en los procedimientos teóricos impartido en la Facultad de Ingeniería.
- Disminución de costo por mantenimiento correctivo.

Para determinar dichos resultados se elaboró una evaluación escrita con cinco preguntas al azar, sobre los temas que constituyen la capacitación propuesta. La misma permite realizar un análisis sobre el alcance de los objetivos planteados y la atención prestada de cada uno de los participantes durante la inducción. En la figura 51 se presenta la evaluación establecida.

Figura 51. Evaluación a capacitados

<p style="text-align: center;"><b>EVALUACION</b></p> <p style="text-align: right;">Fecha: _____</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Registro personal / carné: _____</p> <p><b>INSTRUCCIONES:</b> Lea detenidamente cada pregunta y responda las siguientes preguntas, de acuerdo a los contenidos vistos en la capacitación.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Describa el proceso de transformación de polialuminio:</li><li>2. Escriba los 8 principios de la gestión de la calidad:</li><li>3. Describa la rutina semanal de mantenimiento para la prensa neumática:</li><li>4. ¿Cuál es la composición del tetrabrik?</li><li>5. ¿Cuáles son las consecuencias ecológicas que posee el reciclaje de polialuminio?</li></ol>
---

Fuente: elaboración propia.

Además de que los participantes sean examinados, también se pretende analizar la actividad de capacitación por medio de la opinión de los participantes, y a través de una evaluación que de a conocer si la misma cumplió o no, con las expectativas de los asistentes y que sirva de retroalimentación para capacitaciones futuras. Dicha evaluación se presenta en la figura 52:

Figura 52. Evaluación de capacitación

**EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN**

Fecha: \_\_\_\_\_

Tema de capacitación: \_\_\_\_\_

Capacitador: \_\_\_\_\_

Por favor marque con una X la calificación que crea conveniente para los incisos sobre la capacitación enumerados a continuación:

		Bueno	Regular	Malo
1.	Puntualidad			
2.	Organización			
3.	Dominio del tema			
4.	Recursos utilizados			
5.	Instalaciones			
6.	Temas abarcados			

Comentarios o sugerencias: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Costos de la propuesta

Debido a que las capacitaciones estarán siendo impartidas por personas invitadas por la Facultad de Ingeniería, ninguna tendrá costo alguno, ya que las realizarán de forma gratuita para todo estudiante o personal trabajador. Únicamente se harán mención de los gastos en materiales para los participantes, tal como se muestra en la tabla XLIX:

Tabla XLIX. **Costos de la capacitación propuesta**

<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1.	Hojas	100	Q. 259,99	Q. 1 039,96
2.	Lapiceros	12	Q. 9,00	Q. 45,00
3.	Marcadores	3	Q. 15,00	Q. 45,00
4.	Borrador de pizarrón	2	Q. 45,00	Q. 45,00
5.	Copias	60	Q. 10,00	Q. 10,00
6.	Folders	12	Q. 40,00	Q. 40,00
7.	Capacitadores	3	Q. 0,00	Q. 0,00
	<b>Total</b>			Q. 1 224,96

Fuente: elaboración propia.





## CONCLUSIONES

1. El escaso interés por parte de los usuarios del equipo sobre su constante cuidado se refleja en el estado en que se encontró la maquinaria, ya que de acuerdo a lo diagnosticado no se le brinda el mantenimiento adecuado y necesario. La capacitación del personal permite que tales aspectos sean abarcados por medio de actualizaciones y retroalimentaciones, para que él mismo realice de manera correcta las actividades del programa y se emplee la mejora continua.
2. Aplicar un plan de mantenimiento preventivo en el área de Ensayos, resulta mucho más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que esta manera se tiene conocimiento previo sobre las actividades de mantenimiento que a cada máquina debe efectuarse, con una frecuencia definida, y así anticiparse a cualquier falla o anomalía, producto de algún contaminante existente dentro del área de Ensayos, manteniéndolas en óptimas condiciones de funcionalidad.
3. Con la elaboración y disposición de fichas de control para el adecuado registro de las rutinas de mantenimiento aplicadas al equipo, permite llevar un mejor entorno para la implementación del plan propuesto. Además facilita el manejo de la información requerida del equipo en la sección de Gestión de la Calidad y de cualquier persona que opere e implemente el plan a la maquinaria.

4. Debido a que algunos de los procesos que se llevan a cabo en el área de Ensayos y al escaso equipo de protección que se posee, permite la existencia de riesgos hacia la integridad física de los usuarios del equipo. Cuya asimilación a dichos riesgos proviene de la inexistencia de una señalización industrial que de a conocer los procedimientos para el ingreso al área de Ensayos y para la operación del equipo. Para ello, se determinó la necesidad de la utilización de casco, zapatos industriales, bata, entre otros.
5. La adecuada aplicación de las operaciones propuestas para el mantenimiento del equipo, juega un papel muy importante para que la maquinaria preste el servicio para el cual fue diseñado. Se debe tener en cuenta que dichas operaciones abarcan las necesidades más esenciales sobre su cuidado y control del funcionamiento y que en caso se requiera una reparación más severa, la empresa fabricante es el sitio más idóneo para llevarlas a cabo.
6. El proceso de producción de paneles menores de polialuminio genera una alternativa para la elaboración de productos terminados en sustitución a los producidos de madera o plástico contribuyendo por medio del plan de reciclaje propuesto, a que cada vez sea menos necesaria la utilización de recursos naturales y por consiguiente la generación de desechos disminuya, atenuando la contaminación y que el entorno, sean de mayor agrado para todos. Se debe de tomar en cuenta que la aplicabilidad de dichos paneles de polialuminio está sujeta a los aspectos técnicos, forma y dimensiones requeridos del producto final y que al mismo se le apliquen durante el proceso.

7. Habiéndose elaborado el plan de capacitación, se pudieron establecer los objetivos que van dirigidos a la contribución en el fortalecimiento de los conocimientos individuales del personal, para un mejor desempeño laboral incluyendo temas que involucran controles para garantizar la calidad en los procesos, los costos que implica la implementación del proyecto, entre otros, propiciado además a que la maquinaria se encuentre en mejores condiciones con la única finalidad de cumplir con las mismas políticas de investigación, extensión y docencia que el CII cumple.



## RECOMENDACIONES

1. A encargado(s) del mantenimiento del equipo: a fin de mejorar el plan de mantenimiento preventivo propuesto, se deben de revisar de manera constantemente, aspectos como los procedimientos de operación, rutinas de mantenimiento, sus frecuencias de aplicación y el tiempo de ejecución para su posterior actualización, de acuerdo a la conveniencia de la maquinaria y que a la vez permita generar resultados más eficaces.
2. Al encargado del área de Ensayos: en el futuro se debe realizar un análisis sobre la distribución de la maquinaria, equipo y almacenaje de materia prima en el área de ensayos, con el propósito de que dicha área se encuentre en mejores condiciones, y permita operar la maquinaria de mejor manera, ya que debido a la escasez de espacio disponible, genera condiciones inseguras para las personas que ingresan y operan la maquinaria.
3. A los usuarios del equipo: deben de ser igualmente encargados de su mantenimiento, el cual, debe de realizarse en forma periódica, para aumentar la eficacia de los resultados que dicho equipo proporciona, además se debe asignar responsabilidades en cuanto al cuidado y mantenimiento de las instalaciones del área de Ensayos, así como de las de la sección de Gestión de la Calidad en general.
4. A encargado(s) del mantenimiento del equipo: los distintos documentos propuestos para el control y registro de las actividades de

mantenimiento de la maquinaria deben ser utilizados siempre en las actividades para las cuales han sido establecidos, ya que cada documento proporciona información para la constante aplicación del programa de mantenimiento.

5. A los encargados de darle seguimiento al proceso de transformación de polialuminio propuesto: para conocer con exactitud la resistencia mecánica de los paneles de polialuminio elaborados se sugiere realizárseles ensayos de flexión y compresión que permitan determinar sus características técnicas y definir su aplicación en la producción de productos terminados, de acuerdo a los resultados obtenidos en dichos ensayos.
6. Al encargado de la sección de Gestión de la Calidad: es necesario realizar de manera semestral, un diagnóstico sobre las necesidades de capacitación y elaborar un plan que las satisfaga en el periodo de tiempo que lo requiera. La participación de capacitadores de instituciones externas a la Facultad, resultan muy importante pues brindan una retroalimentación sobre temas que los mismos cursos de ingeniería no abarcan.
7. Al encargado del área de Ensayos: es indispensable la implementación de un sistema de señalización industrial en el área de Ensayos, que de a conocer los procedimientos de operación de la maquinaria y de seguridad sobre la utilización de equipo de protección mínimo, como bata de laboratorio y calzado cerrado, con el fin de preservar la integridad física de los estudiantes y de toda persona que lleva a cabo ensayos en dicha área.

8. A la dirección del CII: para obtener los resultados esperados en los objetivos del plan de reciclaje se debe de ampliar el mensaje sobre su importancia, fomentando un cambio de actitud en los estudiantes y del personal trabajador en el CII, teniendo más conciencia ambiental, y en conjunto con los procedimientos de investigación, generar nuevas alternativas sobre su procesamiento y reutilización.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, Clemente. *El difícil caso del tetrabrik*. [en línea]: <<https://turcon.wordpress.com/2010/03/21/el-dificil-caso-del-tetrabrik/>> [Consulta: 12 de diciembre de 2014].
2. ASTURIAS R., Gabriela I. *Metodología constructivista para la iniciativa en la elaboración de productos en el área de aplicación de los cursos de producción de las carreras de ingeniería industrial y mecánica industrial en el CII/USAC*. Trabajo de graduación de Inga. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 204 p.
3. Cartotek S.A. *Ruta del reciclaje de los envases post consumo de Tetrapak* [en línea]: <<http://agenciaorbita.org/ruta-del-reciclaje-de-los-envases-post-consumo-de-tetra-pak/>> [Consulta: 3 de diciembre de 2014].
4. CASTILLO P., Blanca N. *Medio ambiente, basura y reciclaje* [en línea]: <<http://www.monografias.com/trabajos94/medio-ambiente-basura-y-recicleje/medio-ambiente-basura-y-recicleje.shtml>> [Consulta: 16 de noviembre de 2014].
5. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC. CII Facultad de Ingeniería. [en línea]: <<http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>> [Consulta: 3 de octubre de 2014].

6. COY C., Julio C. *Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y Mejora del Sistema de Extracción de Vapores Inflamables, en la Empresa Transproductos, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 234 p.
7. DOUNCE V., Enrique. *La Productividad en el Mantenimiento Industrial.* [en línea]: <<https://es.scribd.com/doc/149261569/La-Productividad-en-el-Mantenimiento-Industrial-Enrique-Dounce-Villanueva-pdf>> [Consulta: 4 de octubre de 2014].
8. ESPINOSA J., Luis G. *Reciclaje del tetrapak.* [en línea]: <<http://es.slideshare.net/germanboy79x/reciclaje-del-tetrapak>> [Consulta: 20 de noviembre de 2014].
9. ESTRUCPLAN. *Colores y señales de seguridad según la norma IRAM 10005 - 1º Parte.* [en línea]: <<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=23>> [Consulta: 20 de marzo de 2015].
10. NIEBEL, B. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo.* 11a. ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.
11. RADWAG. *Manual de instrucciones de balanza de precisión.* [en línea]: <<http://www.radwag.com/pliki/instrukcje/es/psx-user-es.pdf>> [Consulta: 10 de enero de 2015].

12. ROMAN, Alfredo. *Esperiencias en el tetrapak* [en línea]: <[http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/Varios/The-Green-Expo-2011/Medio%20Ambiente/Expo%2028/cc/6.%2028%20Ing.%20Alfredo%20Roman\\_cc.pdf](http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/medioambiente/Varios/The-Green-Expo-2011/Medio%20Ambiente/Expo%2028/cc/6.%2028%20Ing.%20Alfredo%20Roman_cc.pdf)> [Consulta: 24 de noviembre de 2014].
13. Sección de Gestión de la Calidad. *Diseño de un proceso de transformación de desechos sólidos procedentes de envases tetrabrik para elaborar un nuevo material que pueda ser utilizado en la industria mobiliaria guatemalteca como alternativa a los aglomerados de madera*. Guatemala. CII/USAC. 2015. 118 p.
14. SOJUEL F., Francisco R. *Optimización de la línea de producción de bolsas de papel de estroza del taller vocacional de la asociación de padres y amigos de personas con discapacidad en Santiago Atitlán, Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 228 p.
15. Terra ecología práctica. *Ya se recicla el tetrabrik al cien por cien*. [en línea]: <<http://www.terra.org/categorias/articulos/ya-se-recicla-el-tetrabrik-al-cien-por-cien>> [Consulta: 8 de diciembre de 2014].
16. ZAMORA M., Juan C. *Programa de mantenimiento preventivo y mejora en el manejo de materiales y desperdicios de industrias G, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Universidad 2010. 174 p.




## ANEXOS

### 1. Hoja de toma de datos de transformación de material

**HOJA DE TOMA DE DATOS DE TRANSFORMACION DE MATERIAL**

**Diseño de proceso de transformación de polialuminio reciclado en paneles menores.**



**Fecha:** 15/12/2014      **Encargado:** José A. Ayala      **Firma:** 

Utilización de molde	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
Descripción de molde	Dimensiones	Forma geométrica	Área superficial (cm <sup>2</sup> )
	26 * 10 * 5 cm	Rectangular	260
Procedimiento a seguir con el molde	Limpia	Aplicar el aceite mineral	Aplicar talco
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prensado de materia prima	Tipo de balanza utilizada		
Uso de materia prima	Peso de muestras si esta triturada (g)		
	NA		
Uso de horno	Tipo de horno a utilizar	T (°C) inicial	T (min), precalentado
	Digital de convección forzada	0	120
Proceso de horneado	T (°C)	T (min), de horneado	T (°C) final
	220	45	220
Proceso de prensado	P (kg/cm <sup>2</sup> )	T (min), de prensado	
		3	
Datos del producto terminado	Código asignado	Dimensiones (cm)	Consistencia (1-10)
	PP2	247 * 8.4 * 1.75	10
			Peso final (g)
			228.26

Observaciones adicionales:

Fuente: Sección de Gestión de la Calidad, CII/USAC.

## 2. Normas de condiciones ambientales en el área de ensayos



	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
<b>LABORATORIO DE SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>		<b>NORMAS 1</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES DEL AREA DE ENSAYOS**  
**ORDEN Y LIMPIEZA**

1. MANTENER LIMPIA Y ORDENADA EL AREA DE TRABAJO.
2. NO SOBRECARGAR LAS ESTANTERÍAS Y ZONAS DE ALMACENAMIENTO.
3. MANTENER LIBRES DE OBSTÁCULOS LAS ÁREAS DE PASO.
4. NO BLOQUEAR LOS EXTINTORES.
5. NO DEJAR OBJETOS TIRADOS EN EL SUELO Y EVITAR QUE SE DERRAMEN LÍQUIDOS EN LA MESA DE TRABAJO.
6. COLOCAR SIEMPRE LOS RESIDUOS Y LA BASURA EN CONTENEDORES Y RECIPIENTES ADECUADOS.
7. RECOGER LOS FRASCOS DE COMPONENTES QUÍMICOS, MATERIALES O ÚTILES DE TRABAJO AL TERMINAR DE UTILIZARLOS.
8. ABRIR UNA GAVETA A LA VEZ.
9. AVISAR INMEDIATAMENTE AL ENCARGADO DEL LABORATORIO CUANDO ALGÚN EQUIPO SE AVERÍE.
10. LIMPIAR, GUARDAR Y CONSERVAR CORRECTAMENTE EL MATERIAL Y LOS EQUIPOS DESPUÉS DE USARLOS, DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES Y LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDOS.

Fuente: Sección de Gestión de la Calidad, CII/USAC.

### 3. Normas generales de conducta dentro del área de ensayos

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
<b>LABORATORIO DE SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>		<b>NORMAS 2</b>

**NORMAS GENERALES DE CONDUCTA**

1. EL PERSONAL DE NUEVA INCORPORACIÓN DEBE SER INFORMADO SOBRE LAS NORMAS DE TRABAJO, SEGURIDAD, USO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO.
2. PROHIBIDO FUMAR E INGERIR BEBIDAS EMBRIAGANTES EN EL LABORATORIO.
3. NO SE LE PERMITIRÁ EL INGRESO A PERSONAS BAJO EFECTOS DE ALCOHOL Y DROGAS.
4. PROHIBIDO CORRER DENTRO DEL LABORATORIO, SALVO CASOS DE EXTREMA URGENCIA.
5. PROHIBIDO PROVOCAR ALBOROTOS Y BROMAS.
6. UTILIZAR EQUIPO DE PROTECCIÓN.
7. NO DEBE DISTRAERSE, NI DISTRAER A LAS DEMÁS PERSONAS MIENTRAS SE TRABAJA. LA CONCENTRACIÓN ES LA MEJOR ALIADA.
8. DEBE COMUNICAR TODO ACCIDENTE O IRREGULARIDAD.
9. NO SOBRECARGAR LOS TOMACORRIENTES.
10. UTILIZAR EL EQUIPO PARA FINES DE TRABAJO DEL CUAL FUE DISEÑADO.

Fuente: Sección de Gestión de la Calidad, CII/USAC.



4. Manual del operador de la sierra de cinta, página 1, Scheppach



Fuente: Scheppach.

## 5. Manual del operador de la sierra de cinta, página 2, Scheppach

### CONTACT INFORMATION

If you are unable to solve a problem using this manual, please contact us for advice.

Exclusive USA Agent: Colovos Company, 4444 West Ohio Street, Chicago, IL 60624, Tel.: (773) 533-4444

Repairs must be carried out only by qualified technical staff; and must follow the instructions and guidelines given in this manual. Should technical assistance be required, contact Colovos Company at (773) 533-4444.

Colovos Company is not liable for, nor do they guarantee against, damage or operating malfunctions resulting from alteration, abuse, and lack of maintenance or this product's use for other than its intended purpose. Failure to read and follow the operating manual is not covered.

For repairs only use proper and suitable tools and parts purchased from an authorized agent.

### SAFETY RULES

**PROPOSITION 65 WARNING:** Some dust created by power sanding, sawing, grinding, drilling and other construction activities contains chemicals known to the state of California to cause cancer, birth defects or other reproductive harm.

Some examples of these chemicals are:

- Lead from lead-based paints.
- Crystalline silica from bricks and cement and other masonry products.
- Arsenic and chromium from chemically-treated lumber.

Your risk from these exposures vary, depending on how often you do this type of work. To reduce your exposure to these chemicals: work in a well ventilated area and work with approved safety equipment. Always wear OSHA/NIOSH approved, properly fitting face mask or respirator when using such tools.

**WARNING:** For your own safety, read all of the instructions and precautions before operating tool.

**CAUTION:** Always follow proper operating procedures as defined in this manual — even if you are familiar with use of this or similar tools. Remember that being careless for even a fraction of a second can result in severe personal injury.

### BE PREPARED FOR JOB

- Wear proper apparel. Do not wear loose clothing, gloves, neckties, rings, bracelets or other jewelry which may get caught in moving parts of machine.
- Wear protective hair covering to contain long hair.
- Wear safety shoes with non-slip soles.
- Wear safety glasses complying with United States ANSI Z87.1. Everyday glasses have only impact resistant lenses. They are not safety glasses.
- Wear face mask or dust mask if operation is dusty.
- Be alert and think clearly. Never operate power tools when tired, intoxicated or when taking medications that cause drowsiness.

### PREPARE WORK AREA FOR JOB

- Keep work area clean. Cluttered work areas invite accidents.
- Do not use power tools in dangerous environments. Do not use power tools in damp or wet locations. Do not expose power tools to rain.
- Work area should be properly lighted.
- Proper electrical receptacle should be available for tool. Three-prong plug should be plugged directly into properly grounded, three-prong receptacle.
- Extension cords should have a grounding prong and the three wires of the extension cord should be of the correct gauge.
- Keep visitors at a safe distance from work area.
- Keep children out of workplace. Make workshop child-proof. Use padlocks, master switches or remove switch keys to prevent any unintentional use of power tools.

### TOOL SHOULD BE MAINTAINED

- Always unplug tool prior to inspection.
- Consult manual for specific maintaining and adjusting procedures.
- Keep tool lubricated and clean for safest operation.
- Remove adjusting tools. Form habit of checking to see that adjusting tools are removed before switching machine on.
- Keep all parts in working order. Check to determine that the guard or other parts will operate properly and perform their intended function.
- Check for damaged parts. Check for alignment of moving parts, binding, breakage, mounting and any other condition that may affect a tool's operation.
- A guard or other part that is damaged should be properly repaired or replaced. Do not perform makeshift repairs. (Use parts list provided to order replacement parts.)

### KNOW HOW TO USE TOOL

- Use right tool for job. Do not force tool or attachment to do a job for which it was not designed.
- Disconnect tool when changing blade.
- Avoid accidental start-up. Make sure that the tool is in the "off" position before plugging in.
- Do not force tool. It will work most efficiently at the rate for which it was designed.
- Keep hands away from moving parts and cutting surfaces.
- Never leave tool running unattended. Turn the power off and do not leave tool until it comes to a complete stop.
- Do not overreach. Keep proper footing and balance.
- Never stand on tool. Serious injury could occur if tool is tipped or if blade is unintentionally contacted.
- Know your tool. Learn the tool's operation, application and specific limitations.
- Use recommended accessories. Use of improper accessories may cause risk of injury to persons.

Fuente: Scheppach.

## 6. Manual del operador de la sierra de cinta, página 3, Scheppach

- Handle workpiece correctly. Protect hands from possible injury.
- Turn machine off if it jams. Blade jams when it digs too deeply into workpiece. (Motor force keeps it stuck in the work.) Do not remove jammed or cut off pieces until the saw is turned off, unplugged and the blade has stopped.
- Maintain proper adjustment of blade tension, blade guides and thrust bearings.
- Adjust upper guide to just clear workpiece.
- Hold workpiece firmly against table.
- **DIRECTION OF FEED:** Feed work into a blade or cutter against the direction of rotation of the blade or cutter only.

**WARNING:** The operation of any power tool can result in foreign objects being thrown into the eyes, which can result in severe eye damage. Always wear safety goggles complying with United States ANSI Z87.1 (shown on package) before commencing power tool operation.

### UNPACKING

Check for shipping damage. If damage has occurred, a claim must be filed with carrier. Check for completeness. Immediately report missing parts to dealer.

Model M90141 14" band saw is shipped complete in one box. The band saw comes assembled as one unit. Additional parts which need to be assembled or fastened to the saw should be located and accounted for before assembling (See Figure 1).

#### Tool Parts

- A Rip Fence Assembly
- B Push Stick
- C Miter Gauge
- D Guide Rail
- E Table

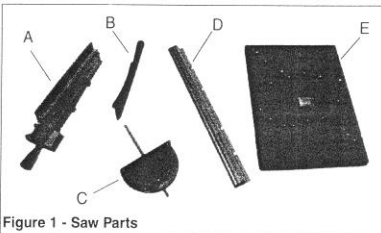


Figure 1 - Saw Parts

#### Stand Parts

- A Base
- B Left Panel
- C Right Panel
- D Door Assembly
- E Rear Panel
- F Brace (2)
- G Shelf

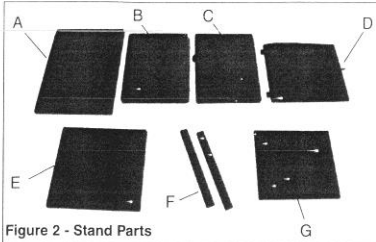


Figure 2 - Stand Parts

**Parts bag includes:** Handwheel Assembly (1), Wing Knob Screw (4), M6 x 16 Hex Head Bolt (4), M6 Flat Washer (4), Push Stick Hook w/nut (1), Hex Wrench (1) and Open End Wrench (1).

**Hardware bag includes:** M8 Flat Washer (4), M6 x 16 Hex Head Bolt (12), M6 x 16 Socket Head Bolt (4), M6 x 40 Flat Head Screw (4), M6 Flat Washer (24), M6 Hex Nut (8), M5 x 6 Pan Head Screw (2) and M5 Flat Washer (2).

**IMPORTANT:** Table is coated with a protectant. To ensure proper fit and operation, remove coating. Coating is easily removed with mild solvents, such as mineral spirits, and a soft cloth. Avoid getting solution on paint or any of the rubber or plastic parts. Solvents may deteriorate these finishes. Use soap and water on paint, plastic or rubber components. After cleaning, cover all exposed metal surfaces with a light coating of oil. Paste wax is recommended for table top.

**WARNING:** Never use highly volatile solvents. Non flammable solvents are recommended to avoid possible fire hazard.

### ASSEMBLY

**CAUTION:** Do not attempt assembly if parts are missing. Use this manual to order replacement parts.

**WARNING:** To avoid injury, do not attempt to run or use this machine until all parts are assembled and working properly.

#### ASSEMBLE STAND

Note: Hand tighten all hardware during assembly. Do not completely tighten hardware until assembly is complete. Refer to Figure 22, Page 11.

- Place base (Ref. No. 6) on flat surface. Attach right and left panels (Ref. Nos. 1 and 5) to base using four socket head bolts, washers and hex nuts (Ref. Nos. 14, 10 and 13).
- Attach rear panel (Ref. No. 3) to the side panels using four hex head bolts and flat washers (Ref. Nos. 10 and 11).
- Attach the two braces (Ref. No. 2) to the top front and bottom front of the side panels using four hex head bolts and flat washers.
- Attach the shelf (Ref. No. 4) to the center of the side panels using four hex head bolts and flat washers.

Fuente: Scheppach.

## 7. Manual del operador de la sierra de cinta, página 4, Scheppach

- Attach the door assembly (Ref. No. 7) to the left panel using two pan head screws and flat washers (Ref. Nos. 8 and 9).
- Secure all hardware.
- Place band saw on top of stand and secure in position using four flat head screws, washers and hex nuts (Ref. Nos. 12, 10 and 13).

**ATTACH TABLE TO TRUNNION**

- Place the table on the trunnion, taking care when passing the saw blade through the slot of the table. (See Figure 3).

Locate four M6 x 16 hex bolts and four M6 flat washers from the bag of loose parts. Mount the table to the upper table trunnion and install a bolt with washer in each hole, and then tighten with adjustable wrench.

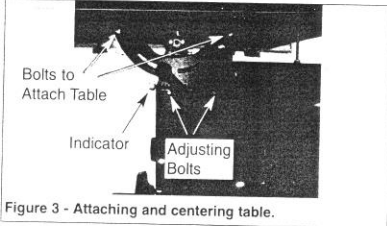


Figure 3 - Attaching and centering table.

**CENTERING THE TABLE**

- Loosen the hex bolts mounting the trunnion to the saw frame (See Figure 3).
- Move the table sideways as required, until the saw blade runs through the center of the table insert.
- Re-tighten hex bolts for trunnion and recheck the saw blade position.

**SETTING TABLE SQUARE TO SAW BLADE**  
Refer to Figures 3 and 4.

Loosen the handle on the table trunnion and place a suitably sized square against the saw blade. If the table requires adjustment, proceed as follows:

- Using a wrench, loosen the hex nut (See Figure 4).

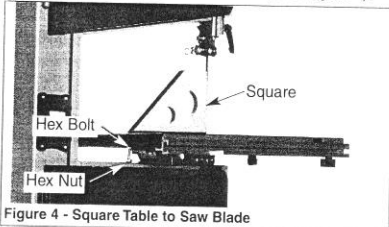


Figure 4 - Square Table to Saw Blade

- Place the wrench on the hex bolt and adjust until the table is square to the saw blade.
- Tighten the hex nut and recheck the saw blade and the table for squareness.
- Lock the table into position and check that the indicator reads zero degree on the scale of the trunnion.

Loosen the screw securing the indicator and reset if necessary to give zero degree reading (See Figure 3).

**ATTACH GUIDE RAIL**

- Fasten the guide rail with four wing knob screws and M8 washers to the table (See Figure 5).

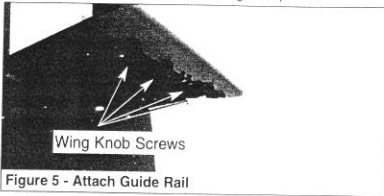


Figure 5 - Attach Guide Rail

**INSTALL RIP FENCE**

- Lay the rip fence onto the guide rail. Adjust the rip fence parallel to the saw blade. Tighten rip fence handle by pressing downward (See Figure 6).

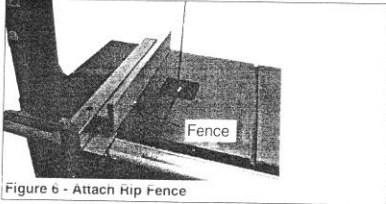


Figure 6 - Attach Rip Fence

**ATTACH PUSHSTICK STORAGE HOOK**  
Refer to Figure 7.

- Thread hex nut completely up to unthreaded portion of hook.
- Thread hook into saw frame several turns.
- Tighten hex nut against saw frame.
- Store pushstick on hook when not in use.

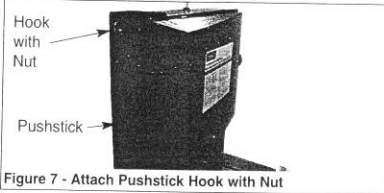


Figure 7 - Attach Pushstick Hook with Nut

Fuente: Scheppach.

## 8. Manual del operador de la sierra de cinta, página 5, Scheppach

### ATTACH DRIVE BELT TENSION HANDWHEEL

Refer to figure 8.

- Place handwheel assembly onto shaft.
- Secure in position with set screw.

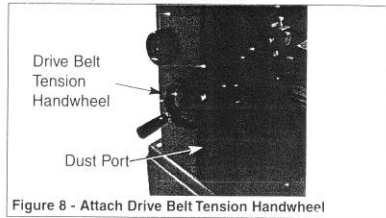


Figure 8 - Attach Drive Belt Tension Handwheel

### STABILIZE MACHINE

- To ensure sufficient upright stability of the machine it should be bolted to floor, bench or worktable. For this purpose 8mm holes are provided in the machine's base. Mounting hardware not provided.

### USE SUITABLE DUST COLLECTOR

- The band saw has a 4" dust port included (See Figure 8). It is recommended that when in use, the band saw is connected to a suitable dust collector.

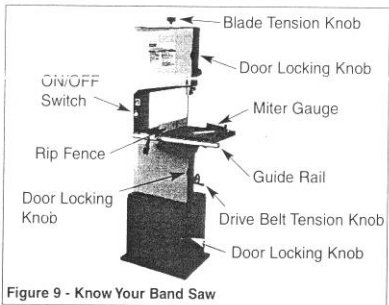


Figure 9 - Know Your Band Saw

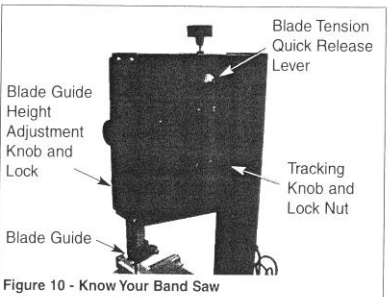


Figure 10 - Know Your Band Saw

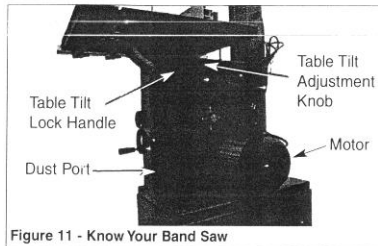


Figure 11 - Know Your Band Saw

## INSTALLATION

### MOTOR

The band saw is supplied with a 1 HP motor.

The 120 Volt AC motor has the following specifications:

Horsepower	..... 1
Voltage	..... 120
Amperes	..... 9.5
Hertz	..... 60
Phase	..... Single
RPM	..... 1725

**WARNING:** All electrical connections must be performed by a qualified electrician.

### ELECTRICAL CONNECTIONS

**WARNING:** Make sure unit is off and disconnected from power source any time wiring is inspected.

### POWER SOURCE

Band Saw is prewired for 120 volt, 60 HZ power source.

The motor is designed for operation on the voltage and frequency specified. Normal loads will be handled safely on voltages not more than 10% above or below the specified voltage.

Running the unit on voltages which are not within the range may cause overheating and motor burn-out. Heavy loads require that the voltage at motor terminals be no less than the voltage specified. Power supply to the motor is controlled by a single pole toggle switch.

### GROUNDING INSTRUCTIONS

**WARNING:** Improper connection of equipment grounding conductor can result in the risk of electrical shock. Equipment should be grounded while in use to protect operator from electrical shock.

- Check with a qualified electrician if grounding instructions are not understood or if in doubt as to whether the tool is properly grounded.

This tool is equipped with an approved 3-conductor cord rated at 150V and a three prong grounding type plug or your protection against shock hazards.

- Grounding plug should be plugged directly into a properly installed and grounded 3-prong grounding-type receptacle, as shown (Figure 12).

Fuente: Scheppach.

## 9. Manual del operador de la sierra de cinta, página 6, Scheppach

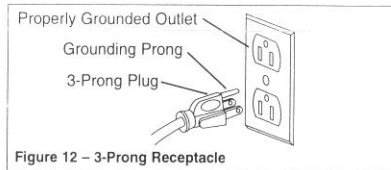


Figure 12 – 3-Prong Receptacle

- Do not remove or alter grounding prong in any manner. In the event of a malfunction or breakdown, grounding provides a path of least resistance for electrical shock.

**WARNING:** Do not permit fingers to touch the terminals of plug when installing or removing from outlet.

- Plug must be plugged into matching outlet that is properly installed and grounded in accordance with all local codes and ordinances. Do not modify plug provided. If it will not fit in outlet, have proper outlet installed by a qualified electrician.
- Inspect tool cords periodically, and if damaged, have repaired by an authorized service facility.
- Green (or green and yellow) conductor in cord is the grounding wire. If repair or replacement of the electric cord or plug is necessary, do not connect the green (or green and yellow) wire to a live terminal.

Where a 2-prong wall receptacle is encountered, it must be replaced with a properly grounded 3-prong receptacle installed in accordance with National Electric Code and local codes and ordinances.

**WARNING:** This work should be performed by a qualified electrician.

A temporary 3-prong to 2-prong grounding adapter (see Figure 13) is available for connecting plugs to a two pole outlet if it is properly grounded.

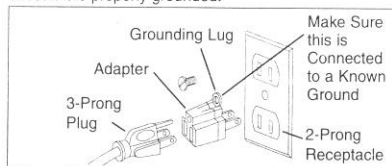


Figure 13 – 2-Prong Receptacle with Adapter

- Do not use a 3-prong to 2-prong grounding adapter unless permitted by local and national codes and ordinances. (A 3-prong to 2-prong grounding adapter is not permitted in Canada.) Where permitted, the rigid green tab or terminal on the side of the adapter must be securely connected to a permanent electrical ground such as a properly grounded water pipe, a properly grounded outlet box or a properly grounded wire system.

Many cover plate screws, water pipes and outlet boxes are not properly grounded. To ensure proper ground, grounding means must be tested by a qualified electrician.

### EXTENSION CORDS

- The use of any extension cord will cause some drop in voltage and loss of power.
- Wires of the extension cord must be of sufficient size

to carry the current and maintain adequate voltage.

- Use the table to determine the minimum wire size (A.W.G.) extension cord.
- Use only 3-wire extension cords having 3-prong grounding type plugs and 3-pole receptacles which accept the tool plug.
- If the extension cord is worn, cut, or damaged in any way, replace it immediately.

### EXTENSION CORD LENGTH

Wire Size	A.W.G.
Up to 25 ft.	18
25 to 50 ft.	16
50 to 100 ft.	14
100 to 150 ft.	12

**NOTE:** Using extension cords over 150 ft. long is not recommended.

**WARNING:** This machine must be grounded. To avoid electrocution or fire, any repairs to electrical system should be done only by a qualified electrician, using genuine replacement parts.

### OPERATION

The Scheppach 14" Band Saw features welded steel frame construction and a solid cast iron table surface to insure durability. It is designed for cutting hard and soft woods. The saw is equipped with a miter gauge for performing many different operations. A convenient quick tensioning and comprehensive tracking mechanism makes blade changing quick and easy. Saw also features a rip fence and dust collection port.

### SPECIFICATIONS

Depth of throat at 90°	13½"
Maximum depth of cut at 90°	9"
Maximum depth of cut at 45°	6"
Table size	15¾ x 21½"
Table tilt	0° to 45°
Wheel diameter	13¾"
Blade length	100¾"
Blade width	⅜ - ¾"
Blade speed	1445/3150 FPM
Overall dimensions	33 x 20 x 68"
Weight	189 lbs
Shipping weight	204 lbs
Dust collection port	4"

### SAFETY PRECAUTIONS

**WARNING:** Always observe the following safety precautions.

- Whenever adjusting or replacing any parts on the band saw turn, switch off and remove plug from power source.
- Make sure the blade guides are positioned correctly.
- Use the appropriate blade for the workpiece that is being cut.
- Use a sharp blade. Replace dull blades or blades which are missing teeth.

Fuente: Scheppach.

## 10. Manual del operador de la sierra de cinta, página 7, Scheppach

- Make sure the blade is tensioned properly and going in the right direction.
- Use the proper blade speed for the work.
- For optimum performance, do not stall the motor or reduce the speed. Use the proper feed pressure.
- Secure the workpiece in a stable position.
- Check that all guards are attached.
- After turning the switch on, let the blade come to full speed.
- Keep hands away from the blade and all moving parts.
- Always wear eye protection or face shield.
- Always stop the band saw before removing scrap pieces from table.
- Never attempt to saw stock that does not have a flat surface, unless a suitable support is used.
- Always hold material firmly and feed it into the blade at a moderate speed.
- Always turn off the machine if the material is to be backed out of an uncompleted cut.
- Make sure that the blade tension and blade tracking are properly adjusted.
- Make "relief" cuts before cutting long curves.
- Release blade tension when the saw will not be used for a long period of time.

### ON/OFF SWITCH

Refer to Figure 14.

**WARNING:** Before starting check if any part of your band saw is missing, malfunctioning, has been damaged or broken, such as the motor switch, or other operation control, a safety device or the power cord, turn the band saw off and unplug it until the particular part is properly repaired or replaced.

The ON/OFF switch is located on the left front of the saw column. To turn saw ON, pull the switch to the up position. To turn saw OFF, push the switch to the down position.

The saw can be locked from unauthorized use by locking the switch. To lock the switch:

- Turn the switch to OFF position and disconnect saw from power source.
- Pull the key out. The switch cannot be turned on with the key removed.

**NOTE:** Should the key be removed from the switch at the ON position, the switch can be turned off but cannot be turned on again.

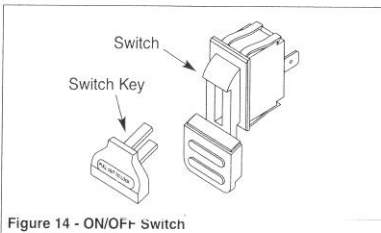


Figure 14 - ON/OFF Switch

- To replace key, slide key into the slot on switch until it snaps.

### ADJUSTMENTS

The blade tracking, tension and blade guides have been properly adjusted at the factory. However, the adjustments may change while the saw is in transit.

It is recommended to verify these adjustments before operating saw.

### CHANGING AND ADJUSTING THE SAW BLADE

This band saw is factory-equipped with a general-purpose wood cutting blade; the saw blade is set prior to delivery. To change the saw blade, the following procedure must be followed:

**WARNING:** To avoid injury from unexpected starting, whenever changing the saw blade or carrying out adjustments, switch the band saw off and remove the power cord from the main outlet. To avoid injury to hands when handling the saw blade, wear gloves whenever necessary.

- Remove the rip fence and the guide rail from the table.
- Open the upper and lower doors by turning the door locking knobs.
- Loosen the tracking Lock Nut (See figure 15).
- Loosen the blade tension by turning the blade tension knob on the top of the upper wheel housing counterclockwise until the saw blade has slackened (viewed from above) or turn quick release lever to the right. See Figure 15.

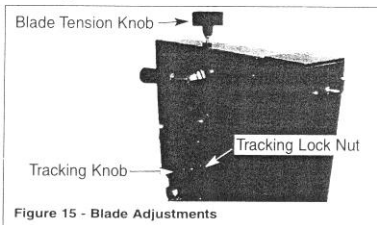


Figure 15 - Blade Adjustments

- Remove the saw blade from the upper and lower wheels.
- When fitting the new saw blade ensure the blade teeth are pointing downwards and towards you at the position where the saw blade passes through the table.
- Re-tension the new saw blade and check the saw blade tracking by turning the upper wheel by hand. The saw blade should run in the center of the band saw wheels.
- Tighten the tracking Lock Nut.
- If need adjust the tracking of the saw blade, follow procedures for TRACKING THE SAW BLADE.
- Replace the rip fence and the guide rail onto the table.
- Close the upper and lower doors by turning the door locking knobs before reconnecting the power supply.

Fuente: Scheppach.

## 11. Manual del operador de la sierra de cinta, página 8, Scheppach

### TRACKING THE SAW BLADE

Set the tracking of the saw blade before setting the blade guides.

Once the saw blade is installed and tensioned, track the saw blade by adjusting the tracking knob by hand (See Figure 15). The saw blade should run in the center of the band saw wheels. When the correct adjustment is achieved lock the tracking knob with the locking nut.

### SETTING THE CUTTING HEIGHT

- The upper blade guide should be set as close as practical against the workpiece.
- To adjust this height, loosen the locking knob in the center of the adjusting knob (See Figure 16).
- Set the blade guide to the required height by turning the guide post adjusting knob.
- Tighten locking knob after setting.

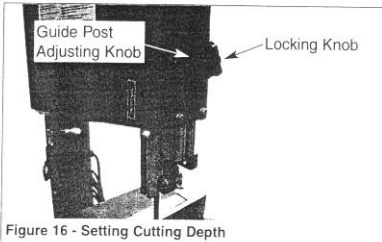


Figure 16 - Setting Cutting Depth

### ADJUSTING THE BLADE GUIDES

**NOTE:** Upper and lower blade guides are adjusted in the same manner.

See Figures 17 and 18.

- To adjust the upper blade guides, first position the right and left roller guides relative to the blade by loosening set screw (A) and moving the guide carrier until both roller guides are approximately 1/16" behind the gullets of the saw blade. Tighten set screw (A).
- Set both roller guides to within 1/32" of the saw blade by loosening the thumb screw (B) then turning shaft (C) at rear of guide carrier. Do not set the roller guides too close as this will adversely affect the life of the saw blade. Tighten thumb screws.
- Adjust the rear roller guide to be just clear of the back of the saw blade by unlocking the set screw (D) located on rear of guide carrier, adjust shaft (E), then lock set screw (D).

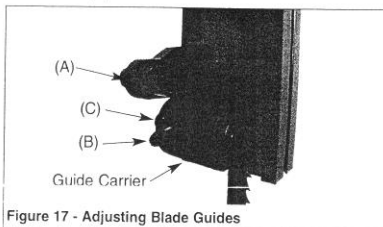


Figure 17 - Adjusting Blade Guides

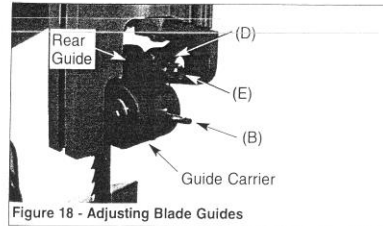


Figure 18 - Adjusting Blade Guides

### TILTING THE TABLE

For bevel cuts, the table tilts 0 through 45 degrees.

- To tilt the table, loosen the locking handle on the table trunnion, set the table to the required angle by turning adjustment knob (See Figure 19). Secure table in position by tightening locking handle.
- It is recommended to verify the correct angle setting using an angle guide, or by making trial cuts in scrap wood. Adjust the indicator accordingly by using a Phillips head screwdriver.

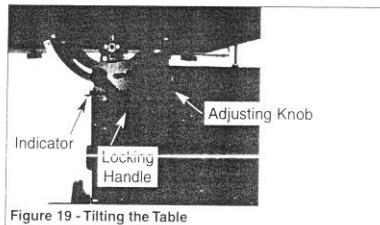


Figure 19 - Tilting the Table

### ADJUSTING THE RIP FENCE

The locking pressure of the rip fence has been factory-set.

- The fence handle has a cam action, press down the handle to clamp tightly to the table after setting rip fence to desired position.

**NOTE:** The rip fence can be used on both sides of the blade. The rip fence extrusion needs to be positioned on the side of the fence body that is closest to the blade.

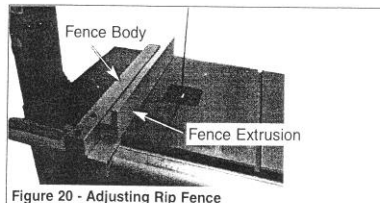


Figure 20 - Adjusting Rip Fence

Fuente: Scheppach.



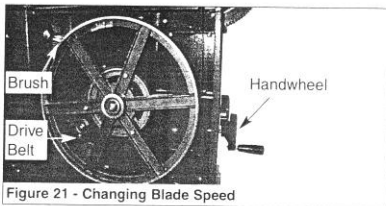
## 12. Manual del operador de la sierra de cinta, página 9, Scheppach

### BLADE SPEED ADJUSTMENT

Refer to Figure 21

**WARNING:** Make certain that saw is disconnected from the power source before attempting to change the blade speed.

- Open lower housing door.
- Loosen drive belt by turning handwheel clockwise.
- Position belt on desired pulley of blade wheel and motor. Belt must run on both front or both rear pulleys only.
- Drive belt on front pulleys (nearest to blade wheel) results in low blade speed.
- Drive belt on rear pulleys (nearest to frame) results in high blade speed.
- Tighten drive belt by turning handwheel counterclockwise.
- Close lower housing door.



### PUSH STICK

- The push stick protects against accidental contact with the saw blade.
- Always use the push stick when the distance between the saw blade and rip fence is less than 5 inches.
- Hold the push stick at an angle of 25-30 degrees to the table surface and guide workpiece through the blade.
- When the push stick is not in use, store it on the hook located at the top rear of the saw frame.

### BLADE SELECTION

- Blades vary depending on type of material, size of workpiece and type of cut that is being performed.
- Characteristics which make blades different are width, thickness and pitch.

### BLADE WIDTH

- Width of blade describes distance from tip of a tooth to back of blade.
- Width of blade affects rigidity of blade. A wider blade wanders less and produces a straighter cut.
- Width of blade also limits the smallest radius which can be cut. A 1/4" wide blade can cut about a 1/2" radius.

### BLADE THICKNESS

- Blade thickness describes the distance between sides of blade. A thicker blade has more rigidity and stronger teeth.
- A narrow thick blade is used to cut curves while a wide thin blade is used to make long, straight cuts.

### BLADE PITCH

- Pitch describes number of teeth per inch or tooth size. A blade with more teeth per inch produces a smoother cut.
- The type of material being cut determines number of teeth which should be in contact with work.
- For soft materials, the proper blade has between 6 to 8 teeth per inch.
- When cutting hard materials, where shocking is more detrimental, use a blade with 8 to 12 teeth per inch.
- There should always be at least three teeth in contact with cut to avoid shocking blade.
- Blade shocking occurs when pitch is too large and blade tooth encounters too much material. This can strip teeth from blade.
- Blade manufacturers are prepared to supply information about blades for specific applications.

### TYPE OF CUT

- Contour cutting is done by guiding workpiece free-handed to produce curved shapes.
- Beveled cutting is done by tilting saw table and using proper work guide method.
- Regardless of which work guiding method is used, a workpiece which overhangs table by more than 5" needs proper support.

### CONTOUR SAWING

- When contour sawing, use both hands to keep workpiece flat against table and guided along desired path.
- Avoid positioning hands in line with blade. If hands slip, they could contact blade.
- Try to stand to front of the saw and use hands over the portion of table which is to right of blade and before cut.
- Cut small corners by sawing around them. Saw to remove scrap until desired shape is obtained.

### BEVEL CUTTING

- Perform bevel cutting by tilting table to desired degree.
- Unlock table by loosening locking handle located on the backside of the unit.
- Tilt table to desired position.
- Lock table in position by tightening locking handle.

### MITER GAUGE

- Use miter gauge for securing and holding workpiece at desired angle to produce angled cuts. Use scale to adjust gauge to desired angle. Insert gauge bar into table slot at table's front edge.

**WARNING:** Never use miter gauge and rip fence at the same time. The blade might bind in the workpiece.

Operator could be injured and/or workpiece could be damaged.

### BLADE CLEANING BRUSH

Refer to Figure 21.

- Make sure that brush is in contact with blade to properly remove foreign particles from drive wheel.

Fuente: Scheppach.

### 13. Manual del operador de la sierra de cinta, página 10, Scheppach

MAINTENANCE

Steps required to keep the saw in optimum operating condition have been described under "Operating Instructions." The Safety Precautions should be performed before operation.

For proper maintenance:

- Keep saw clean and dry. Sweep off spots where chips have collected.
- Lubricate the unpainted surfaces with a light application of medium consistency machine oil to prevent corrosion after cleaning.
- Replace dull blades and blades from which teeth have been stripped. A clean saw with a sharp blade will yield the best cut.
- Internal parts of the band saw have been completely lubricated at the factory and do not need to be relubricated.

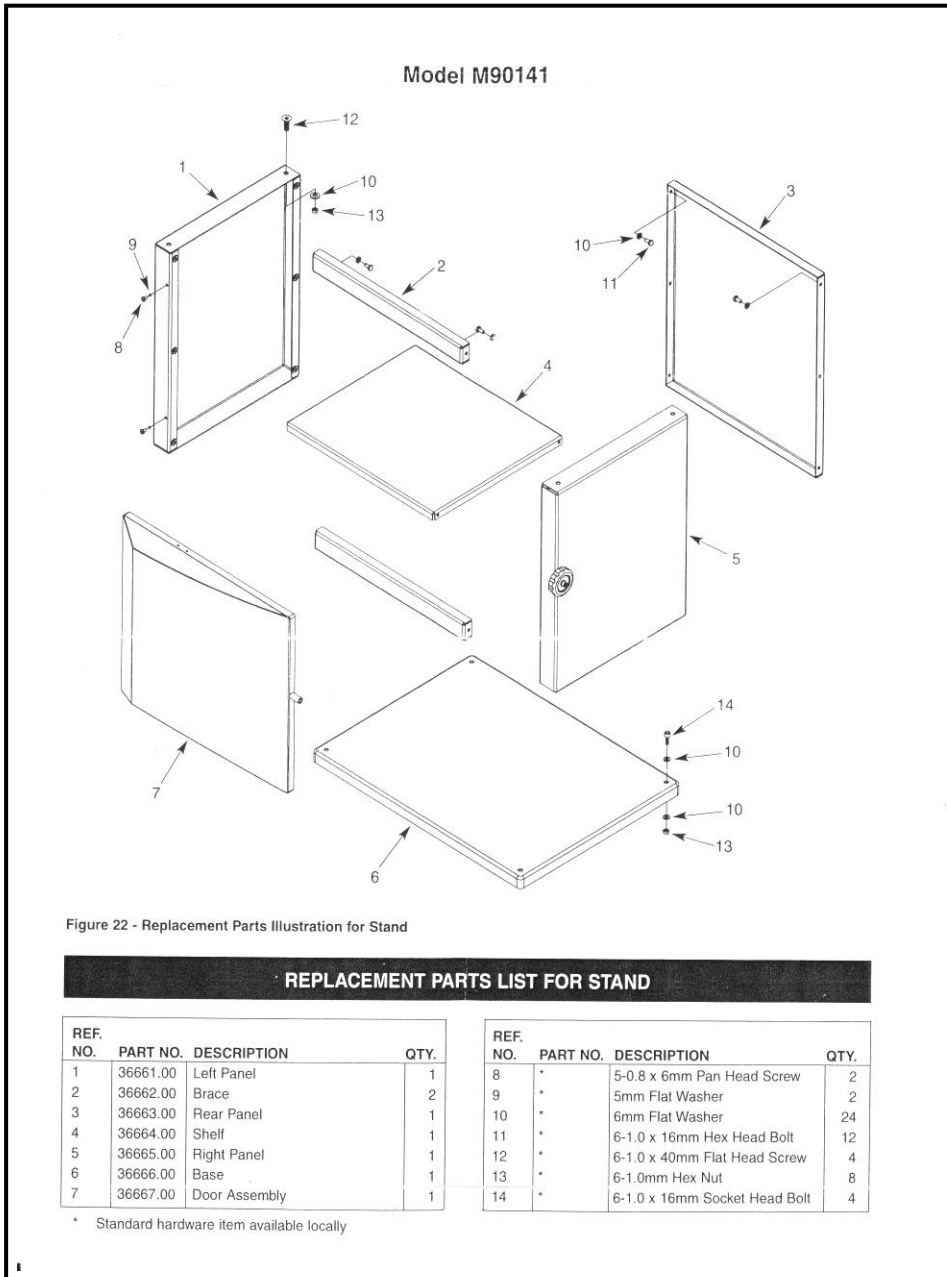
**WARNING:** Make certain that the saw is disconnected from the power source before attempting to service or remove any component.

TROUBLESHOOTING

SYMPTOM	POSSIBLE CAUSE(S)	CORRECTIVE ACTION
The machine does not work when switched on.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No power supply.</li> <li>2. Defective switch.</li> <li>3. Defective motor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check the cable for breakage.</li> <li>2. Replace the lock switch.</li> <li>3. Replace the motor.</li> </ol>
The saw blade does not move with the motor running.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The blade tension knob has not been tightened.</li> <li>2. The blade has come off one of the wheels.</li> <li>3. The saw blade has broken.</li> <li>4. The drive belt has snapped.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Switch off the motor, tighten the blade tension knob.</li> <li>2. Open the doors and check</li> <li>3. Replace the blade.</li> <li>4. Replace the belt.</li> </ol>
The saw blade does not cut in a straight line.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rip fence for cutting not used.</li> <li>2. Feed rate too fast.</li> <li>3. The blade teeth are dull or damaged.</li> <li>4. Blade guides not suitably adjusted.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use a rip fence.</li> <li>2. Put light pressure on the workpiece. Make sure the saw blade does not bend.</li> <li>3. Try a new saw blade.</li> <li>4. Adjust the blade guides (See OPERATION instructions).</li> </ol>
The saw blade does not cut, or cuts very slowly.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The teeth are dull, caused by cutting hard material or long use.</li> <li>2. The saw blade was fitted the wrong way on the band saw.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace the saw blade, use a 6 T.P.I. saw blade for wood and soft material. Use a 14 T.P.I. saw blade for harder materials. A 14 T.P.I. saw blade always cuts slower due to the finer teeth and the slower cutting performance.</li> <li>2. Fit the saw blade correctly.</li> </ol>
Sawdust builds up inside the machine.	This is normal	Clean the machine regularly. Open the doors and remove the sawdust with a vacuum cleaner.
Sawdust inside the motor housing.	This is normal	Clean the ventilating slots of the motor with a vacuum cleaner. From time to time remove the sawdust to prevent it from being drawn into the housing.
The machine does not cut at 45 or 90 degrees.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The table is not at right angles to the blade.</li> <li>2. The saw blade is dull or too much pressure was put on the workpiece.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adjust the table.</li> <li>2. Replace the saw blade or put less pressure on the workpiece.</li> </ol>
The saw blade cannot be properly positioned on the wheels.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The wheels are not in alignment or defective bearing.</li> <li>2. The blade tracking knob hasn't been properly adjusted.</li> <li>3. Inferior saw blade.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Replace bearing.</li> <li>2. Adjust the blade tracking knob (See OPERATION instructions).</li> <li>3. Replace the saw blade.</li> </ol>

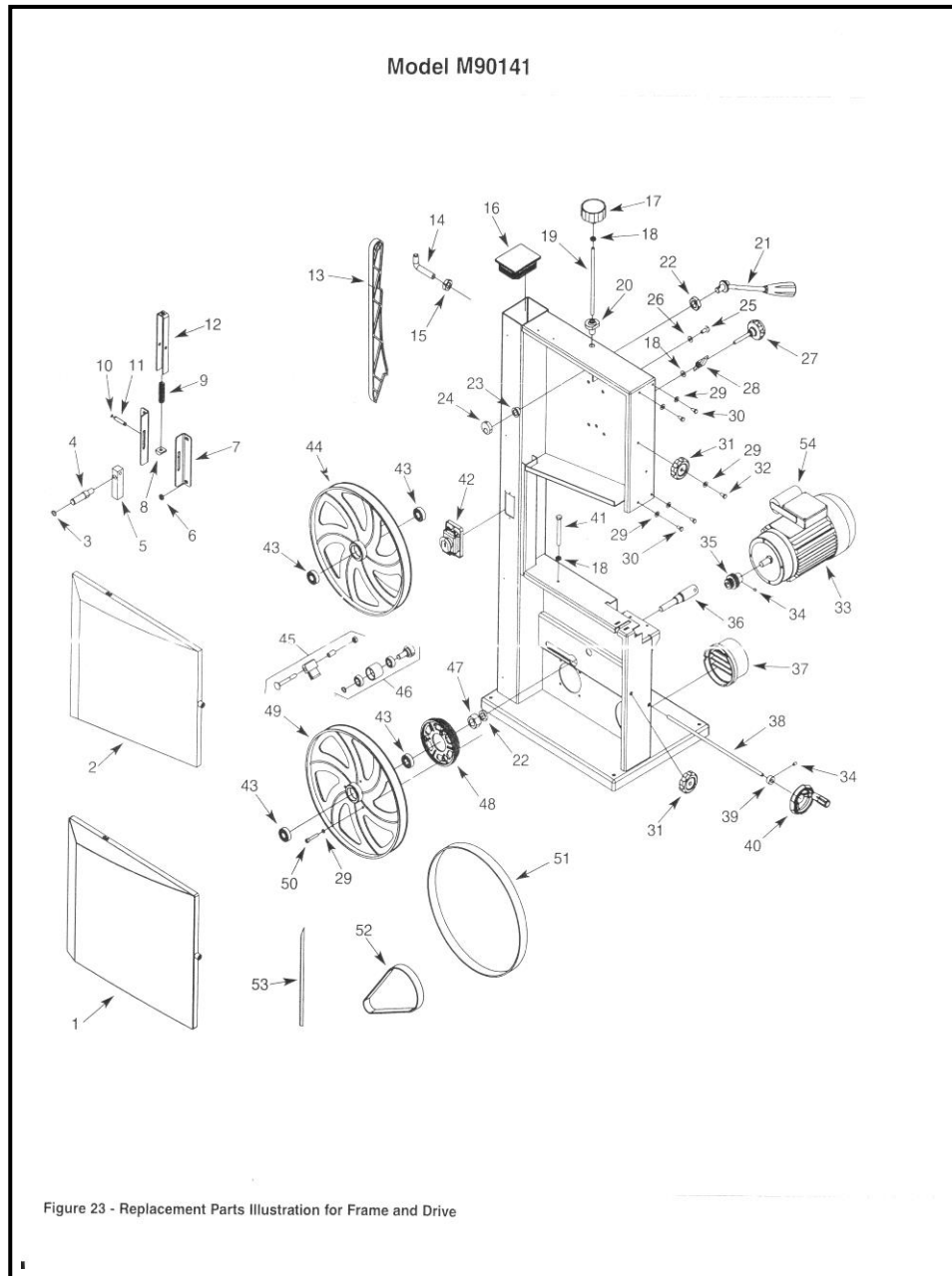
Fuente: Scheppach.

14. Manual del operador de la sierra de cinta, página 11, Scheppach



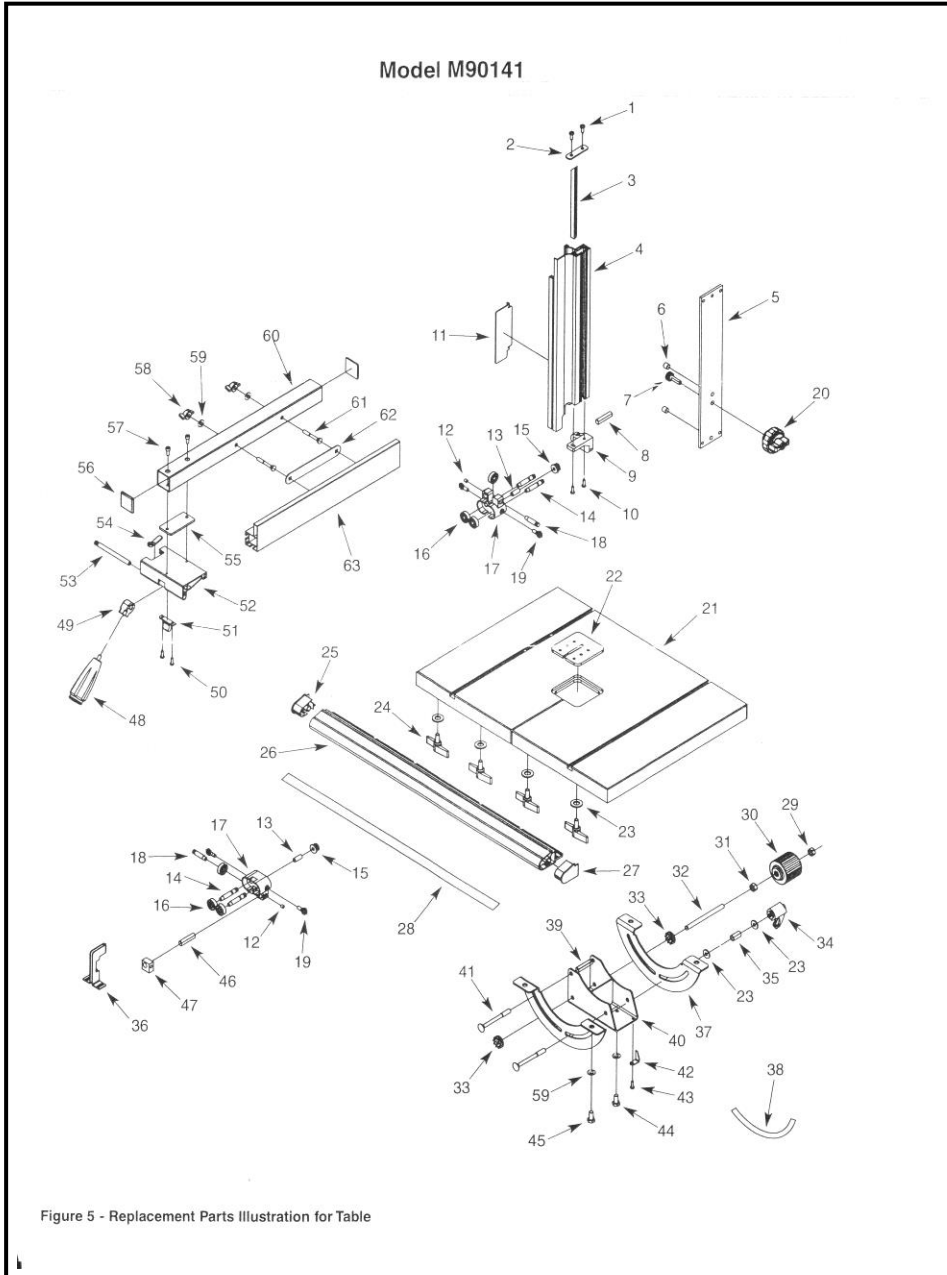
Fuente: Scheppach.

15. Manual del operador de la sierra de cinta, página 12, Scheppach



Fuente: Scheppach.

16. Manual del operador de la sierra de cinta, página 13, Scheppach



Fuente: Scheppach.

17. Manual del operador de la sierra de cinta, página 14, Scheppach

REPLACEMENT PARTS LIST FOR FRAME AND DRIVE			
REF. NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	36492.00	Lower Door Assembly	1
2	36493.00	Upper Door Assembly	1
3	06169.00	3AMI-18 Retaining Ring	2
4	36496.00	Upper Wheel Shaft	1
5	36497.00	Tension Block	1
6	20330.00	8-1.25mm Flange Nut	4
7	36498.00	Guide Plate	2
8	36499.00	Nut	1
9	36500.00	Spring	1
10	36501.00	Shaft	1
11	08323.00	3CMI-8 Retaining Ring	2
12	36503.00	Tension Bracket Frame	1
13	36495.00	Push Stick	1
14	36502.00	Hook	1
15	*	6-1.0mm Hex Nut	1
16	36506.00	Cap	1
17	36504.00	Tension Knob	1
18	02293.00	8-1.25mm Jam Nut	3
19	36505.00	Threaded Rod	1
20	36507.00	Bushing	1
21	36508.00	Tension Release Handle	1
22	36509.00	20-1.5mm Hex Nut	2
23	36510.00	Spacer	1
24	36511.00	Cam	1
25	*	8-1.25 x 16mm Hex Head Bolt	8
26	*	8mm Flat Washer	8
27	36512.00	Tracking Knob	1
28	36513.00	Wing Nut	1
29	*	6mm Flat Washer	9
30	*	6-1.0 x 10mm Hex Head Bolt	4
31	36514.00	Door Locking Knob	2
32	*	6-1.0 x 16mm Socket Head Bolt	2
33	36515.00	Motor	1
34	*	6-1.0 x 6mm Set Screw	2
35	36516.00	Motor Pulley	1
36	36517.00	Lower Wheel Shaft	1
37	36518.00	Dust Port	1
38	36519.00	Shaft	1
39	36520.00	Collar	1
40	36521.00	Belt Tension Handwheel Assembly	1
41	19029.00	8-1.25 x 80mm Hex Head Bolt	1
42	36522.00	Switch Assembly	1
43	01540.00	Bearing 6202zz	4
44	36494.00	Upper Wheel	1
45	36523.00	Brush Assembly	1
46	36524.00	Belt Tension Drum Assembly	1
47	*	20mm Lock Washer	1
48	36525.00	Drive Pulley	1
49	36526.00	Lower Wheel	1
50	*	6-1.0 x 35mm Socket Head Bolt	3
51	36527.00	Tire	2
52	36528.00	Drive Belt	1
53	36529.00	Blade	1
54	36530.00	Capacitor	1

Fuente: Scheppach.

18. Manual del operador de la sierra de cinta, página 15, Scheppach

REPLACEMENT PARTS LIST FOR TABLE			
REF. NO.	PART NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	31663.00	4.8 x 16mm Tap Screw	2
2	36427.00	Plate	1
3	36428.00	Rack	1
4	36429.00	Guide Post	1
5	36430.00	Pressure Plate	1
6	36431.00	Pin	2
7	36432.00	Rack Gear and Shaft	1
8	36531.00	Guide Block Pin	1
9	36433.00	Guide Carrier	1
10	20650.00	4.8 x 22mm Tap Screw	2
11	36434.00	Sliding Guard	1
12	36435.00	Spacer	2
13	36436.00	Threaded Rod	2
14	36437.00	Guide Shaft	4
15	36438.00	Adjusting Nut	2
16	17847.00	Bearing 627zz	6
17	36439.00	Guide Block	2
18	36440.00	Shaft	2
19	36441.00	Thumb Screw	4
20	36442.00	Guide Adjusting Knob Assembly	1
21	36443.00	Table	1
22	36444.00	Table Insert	1
23	*	8mm Flat Washer	6
24	36445.00	Wing Bolt	4
25	36446.00	Fence Rail Left Cap	1
26	36447.00	Fence Rail	1
27	36448.00	Fence Rail Right Cap	1
28	36449.00	Scale	1
29	*	8-1.25mm Hex Nut	1
30	36450.00	Knob	1
31	02293.00	8-1.25mm Jam Nut	1
32	36451.00	Shaft	1
33	36452.00	Gear	2
34	36453.00	Locking Handle	1
35	36454.00	Spacer	1
36	36462.00	Lower Blade Guard	1
37	36455.00	Trunnion	2
38	36456.00	Angle Scale	1
39	36457.00	Spacer	1
40	36458.00	Trunnion Bracket	1
41	36660.00	Bolt	2
42	36459.00	Indicator	1
43	*	4-0.7 x 6mm Pan Head Screw	1
44	*	6-1.0 x 6mm Socket Head Bolt	4
45	*	8-1.25 x 16mm Socket Head Bolt	4
46	36460.00	Locking Pin	1
47	36461.00	Lower Guide Seat	1
48	36532.00	Handle Assembly	1
49	36533.00	Cam	1
50	31585.00	3.5 x 9.5 Tap Screw	2
51	36534.00	Pressure Plate	1
52	36535.00	Fence Carrier	1
53	36537.00	Shaft	1
54	36538.00	Lens	1
55	36539.00	Plate	1
56	36540.00	Cap	2
57	*	6-1.0 x 35mm Socket Head Bolt	2
58	36541.00	Wing Nut	2
59	*	6mm Flat Washer	5
60	36542.00	Fence Bracket	1
61	36659.00	6-1.0 x 45mm Carriage Bolt	2
62	36543.00	Plate	1
63	36544.00	Fence	1
Δ	36545.00	Complete Rip Fence Assy (Ref. Nos. 48-63)	1
Δ	36546.00	Miter Gauge	1

\* Standard hardware item available locally  
 Δ Not Shown

Fuente: Scheppach.

19. Manual del operador de la sierra de cinta, página 16, Scheppach

**LIMITED WARRANTY**

**ONE-YEAR LIMITED WARRANTY.** MODELS COVERED IN THIS MANUAL, ARE WARRANTED TO THE ORIGINAL USER AGAINST DEFECTS IN WORKMANSHIP OR MATERIALS UNDER NORMAL USE FOR ONE YEAR AFTER DATE OF PURCHASE. ANY PART WHICH IS DETERMINED TO BE DEFECTIVE IN MATERIAL OR WORKMANSHIP AND RETURNED SHIPPING COSTS PREPAID, WILL BE, AS THE EXCLUSIVE REMEDY, REPAIRED OR REPLACED AT OUR OPTION. FOR LIMITED WARRANTY CLAIM PROCEDURES, SEE "PROMPT DISPOSITION" BELOW. THIS LIMITED WARRANTY GIVES PURCHASERS SPECIFIC LEGAL RIGHTS WHICH VARY FROM JURISDICTION TO JURISDICTION.

**LIMITATION OF LIABILITY.** TO THE EXTENT ALLOWABLE UNDER APPLICABLE LAW, LIABILITY FOR CONSEQUENTIAL AND INCIDENTAL DAMAGES IS EXPRESSLY DISCLAIMED. LIABILITY IN ALL EVENTS IS LIMITED TO AND SHALL NOT EXCEED THE PURCHASE PRICE PAID.

**WARRANTY DISCLAIMER.** A DILIGENT EFFORT HAS BEEN MADE TO PROVIDE PRODUCT INFORMATION AND ILLUSTRATE THE PRODUCTS IN THIS LITERATURE ACCURATELY; HOWEVER, SUCH INFORMATION AND ILLUSTRATIONS ARE FOR THE SOLE PURPOSE OF IDENTIFICATION, AND DO NOT EXPRESS OR IMPLY A WARRANTY THAT THE PRODUCTS ARE MERCHANTABILITY, OR FIT FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR THAT THE PRODUCTS WILL NECESSARILY CONFORM TO THE ILLUSTRATIONS OR DESCRIPTIONS. EXCEPT AS PROVIDED BELOW, NO WARRANTY OR AFFIRMATION OF FACT, EXPRESSED OR IMPLIED, OTHER THAN AS STATED IN THE "LIMITED WARRANTY" ABOVE IS MADE OR AUTHORIZED.

**Technical Advice and Recommendations, Disclaimer.** Notwithstanding any past practice or dealings or trade custom, sales shall not include the furnishing of technical advice or assistance or system design. No obligations or liability on account of any unauthorized recommendations, opinions or advice as to the choice, installation or use of products shall be assumed for SCHEPPACH MODELS.

**Product Suitability.** Many jurisdictions have codes and regulations governing sales, construction, installation, and/or use of products for certain purposes, which may vary from those in neighboring areas. While attempts are made to assure that Scheppach products comply with such codes, Colovos cannot guarantee FOR SCHEPPACH MODELS compliance, and cannot be responsible for how the product is installed or used. Before purchase and use of a product, review the product applications, and all applicable national and local codes and regulations, and be sure that the product, installation, and use will comply with them.

Certain aspects of disclaimers are not applicable to consumer products: e.g., (a) some jurisdictions do not allow the exclusion or limitation of incidental or consequential damages, so the above limitation or exclusion may not apply to you; (b) also, some jurisdictions do not allow a limitation on how long an implied warranty lasts, consequently the above limitation may not apply to you; and (c) by law, during the period of this Limited Warranty, any implied warranties of implied merchantability or fitness for a particular purpose applicable to consumer products purchased by consumers, may not be excluded or otherwise disclaimed.

**Prompt Disposition.** A good faith effort will be made for prompt correction or other adjustment with respect to any product which proves to be defective within limited warranty. For any product believed to be defective within limited warranty, first write or call dealer from whom the product was purchased. Dealer will give additional directions. If unable to resolve satisfactorily, write to the address below, giving dealer's name, address, date, and number of dealer's invoice, and describing the nature of the defect. Title and risk of loss pass to buyer on delivery to common carrier. If product was damaged in transit to you, file claim with carrier.

**Contact Info:**

Scheppach US Agent Colovos Company @ 4444 West Ohio Street, Chicago, IL 60624, Tel.: 1-773-533-4444.

Fuente: Scheppach.



