



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

PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL, EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS

Juan Carlos Mérida Rosales

Asesorado por el Ing. Byron Haroldo Castro Castro

Guatemala, julio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL, EN LA
INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN CARLOS MÉRIDA ROSALES

ASESORADO POR EL ING. BYRON HAROLDO CASTRO CASTRO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Henricx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

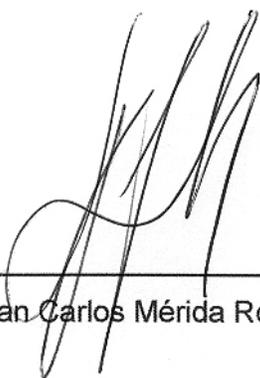
DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. William Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL, EN LA
INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 27 de abril de 2009.



Juan Carlos Mérida Rosales

Guatemala, 21 de septiembre de 2009

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director de la escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

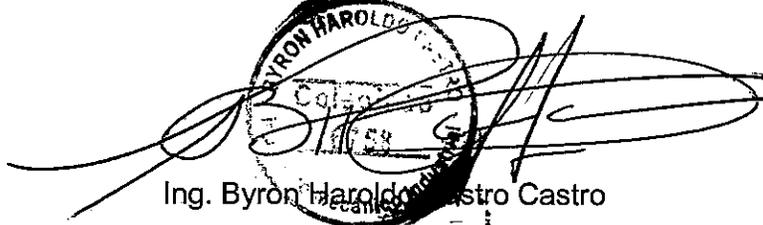
Estimado Ingeniero:

El motivo de la presente es para darle a conocer que he revisado el informe final del trabajo de graduación del estudiante JUAN CARLOS MERIDA ROSALES con carné número 95-16500, titulado PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS.

Habiendo encontrado el informe final de trabajo de graduación satisfactorio, lo remito a su consideración para proceder a la respectiva revisión.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A circular professional stamp is partially obscured by a handwritten signature. The stamp contains the text 'BYRON HAROLDO CASTRO CASTRO' around the top edge and 'Colegiado No. 6758' at the bottom. The signature is written in black ink and is quite stylized, with long horizontal strokes.

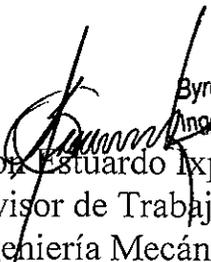
Ing. Byron Haroldo Castro Castro

Colegiado No. 6758



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Mérida Rosales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 6791
Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

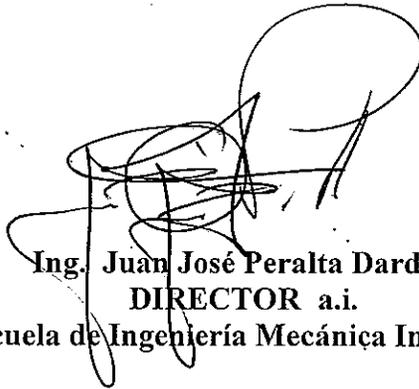
Guatemala, mayo de 2010.

/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 **PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL, EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Mérida Rosales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2010.

/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: **PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL, EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Mérida Rosales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, julio de 2010

ACTO QUE DEDICO A:

Al Dios Padre y al Hijo

Toda la honra y gloria, por las maravillas que obran en la Fe.

Mis padres

José Antonio y María Socorro, por el amor y dedicación que me brindan, y sin ellos no me fuese posible la realización de este anhelo.

Mi esposa

Por todo su amor, dedicación y paciencia.

Mis hijos

Para que sirva de ejemplo de superación y perseverancia.

Mis abuelitos

Por sus consejos amorosos.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

Casa formadora, que me dio la oportunidad de forjarme a nivel profesional.

Mi familia

Por el apoyo y las palabras de ánimo, exhortando a los más jóvenes para que se tracen metas y se esfuercen al máximo para alcanzarlas.

Facultad de Ingeniería

Fuente de conocimientos, que me preparó en el camino de la vida.

Mi asesor

Ing. Byron Haroldo Castro Castro, en la orientación, preparación y por todo el tiempo que dedicó a realizar este material.

Mis amigos

Por compartir momentos memorables a lo largo de la carrera, y aquellos que me brindaron amistad incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES	1
1.1 ¿Qué es un molde de troquel?	1
1.1.1 Tipos más comunes de molde de troquel	2
1.2 ¿Cuáles son los materiales que componen un molde de troquel?	3
1.2.1 Madera como principal componente	4
1.2.1.1 Características necesarias de la madera	5
1.2.1.2 Almacenamiento de la madera	7
1.2.2 Cuchillas de corte y dobléz	8
1.2.3 Cocho expulsor	10
1.2.4 Matrices de dobléz	11
1.3 ¿Cuál es la finalidad del molde de troquel ?	13
1.3.1 Proceso de troquelado	14
1.3.2 Proceso de estampado	15

1.3.3	Proceso de realizado	16
1.4	Equipo necesario para la realización de un molde de troquel	17
1.4.1	Caladora manual	17
1.4.2	<i>Rauter</i> para calado de madera	18
1.4.3	Láser para calado de madera	19
2.	SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1	Diagrama de operaciones	21
2.2	Estudio de condición actual	23
2.2.1	Evaluación del rendimiento y estado del equipo	23
2.2.2	Medición de la eficiencia del departamento	24
2.2.3	Costo de operación actual	25
2.2.4	Costos estimados por subcontratación de fábrica	26
2.2.4.1	Costo de subcontratación por fabricación de moldes no especializados	27
2.2.4.2	Costo de subcontratación por fabricación moldes especializados	27
2.2.5	Estado del equipo (reparaciones y repuestos)	28
2.3	Evaluación del personal	29

2.3.1	Especialización actual y requerida del operador	29
2.3.2	Perfil del puesto	30
2.3.3	Definición del nuevo perfil	35
3.	PROPUESTA	39
3.1	Equipo necesario para automatizar el departamento	39
3.1.1	Características y capacidad del equipo	40
3.2	Análisis de inversión	41
3.2.1	Costo de adquisición del equipo	41
3.2.2	Costo de instalación	42
3.2.3	Análisis costo beneficio	42
3.2.4	Análisis retorno de la inversión	46
3.2.5	Valor agregado de la inversión	47
3.3	Costo de operación propuesto	48
3.3.1	Estimación costo de operación propuesto	48
3.3.2	Comparación costo actual vrs. costo propuesto	50
3.4	Requerimientos para la instalación	50
3.4.1	Infraestructura	50
3.4.2	Materiales requeridos para operar el equipo	52
3.4.3	Aspectos eléctricos y neumáticos para la instalación	52

3.5	Planificación y preparación de la instalación	53
3.5.1	Cronograma de instalación	53
3.5.2	Programa de capacitación para la operación	54
3.5.3	Programa de capacitación para mantenimiento preventivo	56
4.	IMPLEMENTACIÓN	59
4.1	Puesta en marcha	59
4.1.1	Cronograma de actividades	60
4.1.2	Determinación del tiempo estimado para estar en operación	61
4.1.2.1	Plan de capacitación futuros operadores	61
4.1.3	Operación segura del equipo	61
4.1.3.1	Plan de capacitación futuros operadores	62
4.1.3.2	Equipo de seguridad necesario para operar el equipo	63
4.1.3.3	Manejo de los desechos generados por la operación	65
4.1.3.4	Manejo de desechos de una industria litográfica	66
4.1.3.4.1	Desechos sólidos	67
4.1.3.4.2	Desechos líquidos	70

4.1.3.4.3	Planta de tratamiento	72
5.	SEGUIMIENTO	77
5.1	Control mediante el registro de operaciones	77
5.1.1	Formato del registro de operaciones	78
5.1.2	Formato de índices de productividad	80
5.1.3	Estándares de calidad	84
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Molde de troquel	2
2	Partes de una matriz	12
3	Caladora manual	18
4	<i>Rauter</i> para calado de madera	19
5	Diagrama de operaciones	22
6	Perfil del puesto actual	33
7	Perfil del puesto propuesto	35
8	Flujo de efectivo para el cálculo del valor actual neto	45
9	Distribución en planta (método áreas unitarias)	51
10	Cronograma de instalación	54
11	Cronograma de capacitación, operación segura	55
12	Formato para mantenimiento preventivo semanal	56
13	Cronograma mantenimiento preventivo	58
14	Cronograma investigación	60
15	Cronograma capacitación futuros operadores	62
16	Uso de protección personal	65
17	Diagrama de tratamiento de aguas residuales propuesto	75
18	Formato para verificación de proceso	79

TABLAS

I.	Características de la madera	6
II.	Altura de flejes de hendir de acuerdo con el grosor de cartón	9
III.	Parámetros en la selección de matrices	13

IV.	Especificaciones	40
V.	Desglose de costos	42
VI.	Costo de instalación	42
VII.	Análisis de costos de sistema de calado actual vrs. con sistema automático de calado	43
VIII.	Datos de entrada y salidas para flujo de efectivo	44
IX.	Análisis del VAN con tasa de interés 9%	45
X.	Valor actual neto con tasas de interés de 5% y 21%	46
XI.	Interpolación para determinación de la tasa interna de retorno	47
XII.	Registro para control operaciones y cálculo de EGP	83

GLOSARIO

Bastidor	Marco de metal que sirve de soporte para moldes de limpieza, el cual es accionado para subir y bajar.
Contra molde	Plancha metálica compuesta por las tiras de hendido que forman las sisas.
Calar	Acción de hacer canales de inserción para los suajes con una máquina caladora.
Embalaje	Caja de cartón flexible que se utiliza para empacar materiales.
Fleje	Elementos metálicos para elaborar moldes de troquel, pueden ser de corte, hendido y discontinuo.
Foil	Material que mediante la aplicación de calor se adhiere a la superficie proporcionando brillo.

Grabados	Piezas de zinc que tienen formas exactas a las gráficas impresas, éstos se utilizan para realzar o estampar.
Hendido	Canales en relieve que permiten el doblado de las aristas de los empaques.
Hormigón	Nombre que se le da al concreto.
Limpiar cajas	Es la operación de separar el desperdicio imputable al proceso, con un martillo.
Martillo de peña	Herramienta que se utiliza para separar los embalajes troquelados.
Matrices	Canales dotados de una determinada profundidad que realizan las sisas de doblado.
Muecas	Uniones que se le hacen a los embalajes para permitir la continuidad en el troquelado.
Molde	Elemento de madera constituido por suaves que determinan la forma del embalaje.

Ondulado	Imperfecciones que hacen que el cartón pierda su forma plana.
Pie palpador	Mecanismo del alimentador con que se gradúa la altura para succionar el cartón.
Pinza	Barra con galgas que se abren y cierran para transportar pliegos en el troquel.
Platina	Base de la máquina troqueladora donde se instala el molde y el contra molde para ejercer presión.
Pleca	Elemento de metal que forma los moldes de troquel.
Rama	Sección rectangular de medidas específicas donde se instala el molde de troquel.
Separador de anclajes	Influencia que está determinada por la distancia que abarca la línea de acción del anclaje.
Suaje	Es la forma en que también es conocido un molde de troquel.

Tope frontal

Elementos metálicos del troquel donde el pliego se estaciona para ser registrado.

RESUMEN

En la actualidad, los diseños de empaque plegadizo varían en complejidad de formas y tamaño, y requieren de máquinas muy precisas para imprimir, troquelar y pegar, para obtener productos de alta calidad y funcionalidad, pero uno de los eslabones débiles es el proceso de troquelado, ya que este proceso requiere de un sub-proceso de fabricación de los elementos que dan la forma final al plegadizo, y la precisión en este proceso es fundamental para garantizar un producto uniforme en tamaño y forma, que cumpla con los requerimientos de calidad, tanto internos como externos.

La mayoría de empresas que se dedican a este tipo de operaciones cuentan con máquinas troqueladoras muy precisas garantizando un proceso uniforme durante tiras largas de producción, pero tienen la desventaja de fabricar sus propios moldes de troquel de forma manual, desaprovechando la ventaja competitiva que les brindan sus equipos troqueladores, ya que al fabricar los moldes manualmente se incurre en pérdidas de tiempo por la lentitud del proceso, y pérdida de precisión por la forma de fabricación, cayendo en la alternativa de sub contratación para solventar estas deficiencias, a costos excesivamente altos.

Actualmente existen tecnologías que aunque no son nuevas, en nuestro medio recién empiezan a emerger como alternativas de mejoramiento de procesos que durante mucho tiempo nos han puesto en desventaja en un mercado globalizado, cerrando las puertas a nuevos clientes cuyos requerimientos crecen en calidad, tiempo de entrega y precisión, tales tecnologías van desde el calado láser hasta la utilización de equipos CNC controlados por computadora.

La alternativa más viable en nuestro medio, es la utilización de equipos CNC que cumplen con requerimientos de calidad, precisión y funcionalidad a costos que oscilan entre los US\$. 100,000.00 a US\$ 150,000.00, dotando a las empresas en forma rápida de equipos que nos brindan las ventajas competitivas necesarias para poder abarcar clientes exigentes y servir además como herramienta mercadológica, sin dejar por un lado el aumento dramático en capacidad instalada, productividad y calidad.

Otro aspecto importante a considerar, es que la falta de suplidores de moldes que cumplen con requerimientos altos de calidad, en la región es nula, dejando a la vista una nueva fuente de ingresos y aprovechamiento de este tipo de herramienta.

OBJETIVOS

- **GENERAL:**

Establecer Los requerimientos necesarios para poder automatizar el proceso de fabricación de moldes de troquel, que permita incrementar la capacidad instalada del departamento, así como la calidad del producto y el tiempo de respuesta.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Proporcionar los fundamentos necesarios que permitan conocer el equipo requerido para poder automatizar el proceso.
2. Realizar un análisis actual, que permita visualizar las deficiencias y las pérdidas que el departamento genera, trabajando con el sistema actual de producción.
3. Determinar los beneficios que brinda trabajar con un equipo totalmente automatizado.
4. Desarrollar un plan de instalación que permita visualizar los requerimientos necesarios para automatizar el departamento, así como la inversión necesaria, para obtener un análisis beneficio costo.
5. Determinar el perfil de las personas que estarán a cargo de operar el equipo.

6. Desarrollar un plan de capacitación para el personal que tendrá a su cargo el equipo. (operación y mantenimiento)

INTRODUCCIÓN

En un mundo caracterizado por la competencia, el fuerte avance tecnológico, clientes más exigentes, la necesidad de producir a menor costo, en menor tiempo y con calidad será en los próximos años mayor que en el presente. Contar con un sistema de aseguramiento de calidad, no implica únicamente la obtención de un certificado de registro de calidad, sino que a su vez, forma parte de una filosofía de trabajo que aspire a que la calidad sea un elemento presente en todas las actividades, en todos sus ámbitos y sea un modo de trabajo y una herramienta indispensable para mantenerse competitiva. En otras palabras, la búsqueda de la calidad, implica aspirar a la excelencia empresarial.

Al pasar del tiempo es necesario cambiar la forma en que se realizan los procesos, con la finalidad de ser más competitivos, y una de las formas de cambiar los procesos es automatizar a través de la ayuda de la tecnología que avanza rápidamente hacia la precisión y la velocidad, aumentando con esto drásticamente el tiempo de respuesta y calidad de los productos, teniendo como resultado una mayor productividad y reducción de costos, sin dejar por un lado el aumento en la capacidad instalada, todo esto basándose en la mejor utilización de los recursos. En este contenido se expondrán los pasos a seguir para poder automatizar un departamento que realiza el proceso de fabricación de moldes de troquel manualmente, así como los requerimientos con los que se debe de contar para poder llevar a cabo el proyecto.

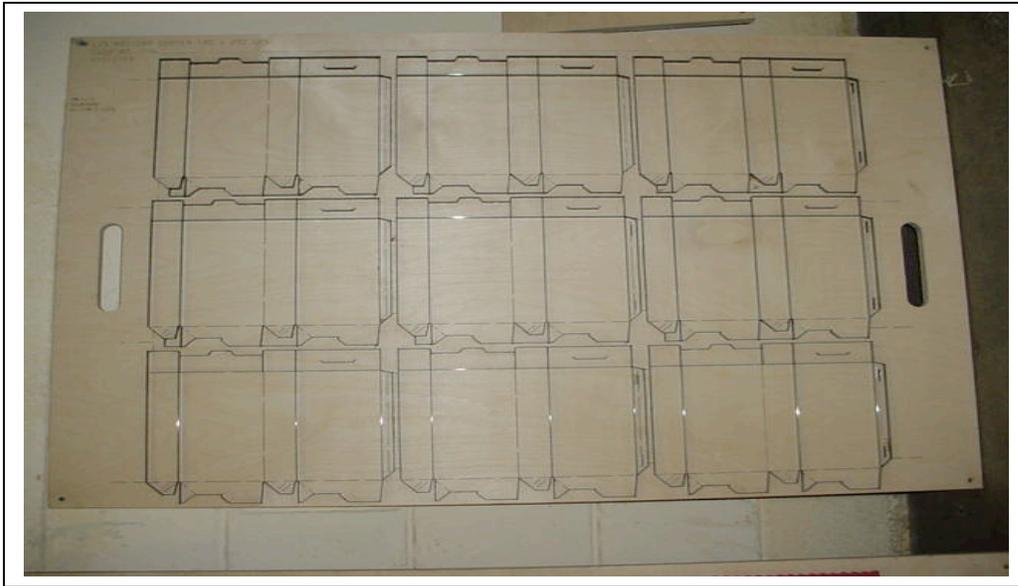
1. GENERALIDADES

1.1. ¿Qué es un molde de troquel?

Este elemento es el que permite la formación del material de embalaje, es decir, en éste se encuentra el diseño final del empaque. El molde de troquel cuya estructura reposa en madera especial, que tenga la capacidad de soportar deformación debido a presión y temperatura, está madera esta constituida alrededor de 7 a 9 capas en diferentes medidas de ancho, dependiendo del tipo de máquina en que se utilice.

El molde está dotado de cuchillas de corte, dobleces y de perforado. Además, elementos que ayudan a mejorar la operación en la máquina tales como hules de expulsión, los cuales sirven como resortes para que el pliego no se atore en el molde, cada hule cuenta con un color diferente el cual sirve para identificar la dureza del mismo y se coloca de acuerdo al calibre de material que se procesa, la distribución del hule en el pliego también se adecua de acuerdo al tipo de pleca a utilizar.

Figura 1. Molde de troquel



Fuente: Investigación de campo

1.1.1 Tipos más comunes de moldes de troquel

Básicamente existen 2 tipos de moldes de troquel, el que se utiliza para cortar el material y darle forma, que es el que se describe en el punto 1.1 y el molde de separación y limpieza, el cual se encarga de desprender el material que ha sido cortado con el molde de troquel pero que no tiene ninguna función en el diseño del embalaje, es decir que este material es desperdicio en el proceso. Este tipo de moldes se llama también moldes de limpieza y éste está formado por un molde hembra y un molde macho.

Un molde hembra de limpieza, se cortan las siluetas marcadas con una guía en una madera de 0.9525 cm. de grosor; en estos espacios que fueron calados es donde se introducen los machos para hacer presión de expulsión para el material de desperdicio. Ahora bien, un molde macho de limpieza es creado mediante bloques de madera, de un espesor de 1.91 cm. para luego, ser montados en una superficie de madera también, pero de un grosor de 1.27 cm.

Una vez que los bloques de madera están bien fijados a la superficie con clavos y cemento de contacto, este molde macho va provisto por material expulsor que no es más que una esponja de, aproximadamente, 4 cm. de grosor, ésta no debe ser rígida sino de material blando o suave. Las medidas de largo y ancho para los moldes de limpieza no son estándar, éstas pueden adecuarse a las medidas que posea cada trabajo a troquelar. Los bloques de madera pueden ser sustituidos por pines, éstas son piezas que poseen un resorte y un pan y que, al ser presionados con el cartón y el molde hembra, realiza la misma función de expulsar material.

1.2. Materiales que componen un molde de troquel

Un molde de troquel esta formado por tres elementos principales, el primero es la madera que sirve para portar los otros dos elementos que conforman el molde y son las plecas y los hules o corchos. Combinando estos tres elementos se logra un molde con la finalidad y capacidad de cortar, doblar y perforar cartón o papel a través de una máquina troqueladora.

1.2.1. Madera como principal componente

La madera es un material vivo que se ha utilizado por años en la industria, en la fabricación de todo tipo de artículos como muebles, elementos de transporte etc. En la fabricación de moldes se utiliza una madera especial denominada madera MDF, este es un producto que ofrece buena condición de trabajo. MDF es fabricado en seco, hecho con fibras lignocelulósicas, combinadas con resina, compactados por prensado en caliente.

Este trabajo presenta la producción de MDF utilizando fibras de eucalipto y diferentes porcentajes de adhesivo poliuretano de origen natural. Consolidado en la industria de muebles en todo el mundo, el tablero MDF se ha adaptado a una vasta diversidad de usos, con la inserción gradual en la construcción civil.

El MDF es un material versátil por su naturaleza en base a fibras de madera y es un producto considerado ecológicamente amigable, Maloney (1996), define al MDF como aquellos tableros fabricados en seco, con fibras lignocelulósicas combinadas con una resina sintética u otro agente de aleación, compactados a una densidad entre 0,50 y 0,80 g/cm³ por prensado en caliente, en un proceso en que la totalidad de la adhesión entre las fibras depende del adhesivo adicionado.

Según Youngquist (1998), el MDF es un producto homogéneo, uniforme, estable, de superficie plana y lisa, que ofrece buena trabajabilidad y maquinado para encajar, tallar, cortar, atornillar, perforar y moldurar. Incluso, produce economía en cuanto a la reducción del uso de tintas, pinturas y lacas, economía en el consumo de adhesivo por metro cuadrado, además de presentar óptima aceptación para recibir revestimientos con diversos acabados. posee flexibilidad, rigidez, fuerza molecular y de ligazón debido al equilibrio y características químicas del polioli en combinación con el prepolímero.

1.2.1.1 Características necesarias de la madera

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha recurrido a la madera para usos de tipo doméstico, entre los cuales el más antiguo es el de utilizarla como combustible. En la actualidad se consumen cerca de 3.500.000.000 de metros cúbicos de madera en el mundo; de ellos, aproximadamente el 53% es destinada a calefacción y cocción de alimentos.

El 47% restante se destina a la construcción de viviendas, usos industriales, mobiliario, utensilios de diverso tipo y a la fabricación de papeles, cartulinas y cartones. Hoy en día existen más de 10.000 productos de uso cotidiano que provienen de la madera.

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

Entre sus cualidades resalta su resistencia a la compresión –que puede llegar a ser superior a la del acero- a la flexión, al impacto y a las tensiones, características que la transforman en un excelente material para diversas aplicaciones, desde la construcción de viviendas hasta la manufactura de objetos muy especializados, como bates de béisbol, instrumentos musicales, palos de golf y moldes sometidos a grandes presiones para troquelar.

Tabla I. Características físicas de la madera

Clases de Madera	Resistencia a la tracción en N/mm²	Resistencia a la presión en N/mm²	Resistencia a la flexión en N/mm²	Resistencia a la cortadura en N/mm²
Abeto Blanco	90	43	66	7
Pino	104	47	87	10
Alerce	107	48	96	10
Abeto rojo	84	40	62	5
Arce	82	49	95	9
Roble	90	60	10	11
Fresno	165	51	11	13
Haya roja	135	53	10	8

Fuente: Ficha técnica 2009 maderas tratadas

Los componentes químicos de la madera también son materia prima muy importante para la fabricación de productos industriales. Cada año enormes cantidades de ella se reducen a pasta de celulosa para fabricar papel; sus taninos, pigmentos, gomas, resinas y aceites son destinados a la producción de pinturas, barnices y adhesivos, y la lignina se aprovecha en la industria del plástico y en el cultivo de levadura de cerveza, que sirve como alimento al ganado y las aves de corral.

1.2.1.2 Almacenamiento de la madera

Almacenar tableros para fabricación de moldes requiere poner en práctica una serie de recomendaciones para evitar que la madera se curve, se estropee o adquiera color diferente al original, debido a la exposición al sol, es por eso que debe apoyarse sobre una superficie lisa, aunque la madera no debe depositarse directamente sobre el suelo, sino encima de listones que permitan la circulación del aire para que ésta "respire". Asimismo, hay que protegerla del sol, ya que puede variar su color y causar la aparición de grietas.

Aunque normalmente se recomienda, almacenarla en un lugar cerrado, pero ventilado. En este sentido, una opción es colocar también listones entre las diferentes tablas de madera para facilitar el paso del aire y evitar temperaturas extremas o la acumulación de humedad.

Otra opción es apilar diferentes tipos de madera, de distintas especies y grosores. En este caso, hay que apilar la madera por capas y, en cada capa, depositar madera del mismo grosor, longitud y especie. No es conveniente mezclar. Es fácil que los tablonces se contraigan, dilaten o comben cuando no se almacenan en las debidas condiciones, por lo que no conviene correr riesgos

Para que la madera no adquiera una forma curvada, es necesario que haya sido almacenada en posición horizontal. Si se apoya sobre una pared en posición vertical, es más fácil que las fibras se comben y que la madera se trabaje con dificultad.

Para comprobar el estado de las fibras o tablas, se puede recurrir a una regla o barra metálica. Si al apoyar ésta sobre la madera queda recta -sin huecos entre la regla y la tabla-, significa que la madera está en buenas condiciones. Otra forma de confirmar que la madera no está combada consiste en girar la regla sobre un eje central, hasta cubrir toda la superficie y comprobar que no existen curvaturas.

1.2.2 Cuchillas de corte y dobléz

Las plecas para moldes son laminillas de acero templado, encargadas de realizar los cortes, líneas de dobléz y cortes de perforado. Las plecas también se conocen como flejes, existen varios criterios respecto a la calidad de las plecas de corte y hendido, se dice que una de corte debe proporcionar mejores características que una de hendido, pero, cabe resaltar que estas últimas son las que le dan la forma final al embalaje, por ello, al adquirir plecas deben ser de buena calidad, tanto las de corte como las de hendido o sisa.

Existen diferentes tipos de plecas de acuerdo con el grosor y la altura, la pleca a usar depende del material que se va a troquelar en lo que respecta a la altura, mientras al grosor esto va a depender del calado del molde, es decir qué tipo de sierra se utiliza para realizar los canales donde van insertadas las plecas, comúnmente, el ancho de este canal es de 0.70 milímetros. A continuación se mostrará una tabla en la cual se muestra la medida de plecas de sisa a usar, dependiendo del calibre del material.

Tabla II. Altura de flejes de hendir de acuerdo con el grosor de cartón

Calibre de cartón	Altura de fleje de hendir
0.3048 mm	23.2918 – 23.3172 mm
0.3556 mm	23.2664 – 23.2410 mm
0.4064 mm	23.2156 mm
0.4572 mm	23.1902 mm
0.5080 mm	23.1648 mm
0.5588 mm	23.1648 mm

Fuente: Ficha técnica 2009 matrices trax

Otro tipo de pleca que existe es la de perforado, ésta tiene como función, primero, ser colocada en áreas donde se permita rasgar en el material de embalaje para sacar material que contenga, o, para exhibir su contenido; otro objetivo del perforado es para permitir absorción de sustancias que se apliquen a las pestañas del embalaje en las cuales se aplique goma.

Por lo tanto, si el objetivo es perforar, se usará un fleje para perforado o un fleje de cremallera. Y si el perforado que deseamos es para pestañas, se usará un fleje de perforado ondulado. De igual manera citemos el perforado combinado, este tipo de fleje consta de una longitud de corte y otra de hendido alternadamente, puede utilizarse cuando se requiera una formación de dobleces rápida y que no requiera fuerzas altas para formar el empaque.

1.2.3 Corcho expulsor

Constituye una parte importante para mejorar el rendimiento en las máquinas troqueladoras, ya que sin este material sería muy difícil troquelar material, éste impide que el corte sea profundo a tal punto que el material cartón o papel pueda quedarse trabado en el molde, de ahí que también se le llame al hule material expulsor. Éste se deforma dependiendo de sus características con la presión del troquel, permitiendo que el corte sea el necesario para darle forma al embalaje sin tener consecuencias contraproducentes en la máquina.

Existen ciertas consideraciones a tomar en cuenta para usar los hules: una de ellas es que el hule debe tener una separación adecuada, respecto de la cuchilla de corte esta puede ser entre 1.5 mm a 2.5 mm aproximadamente, si hablamos del alto tener en cuenta que esto va depender del grosor de la madera que se utilice para elaborar el molde, pero como estándar puede tomarse una referencia y es que el caucho debe quedar siempre de 1.8 mm a 2.2 mm más alto que la cuchilla de corte.

Por lo general, para materiales que son calibre elevado, se necesitan hules más suaves que permitan un corte más profundo, es decir, que se compriman más, algo contrario si se van a troquelar materiales de calibres pequeños vamos a necesitar un hule duro.

En general, se puede denominar a los hules como: duros, medios y suaves como anteriormente mencionábamos la aplicación de los duros y suaves, el de consistencia media lo podemos usar para materiales flexibles de calibres pequeños.

1.2.4 Matrices de doblez

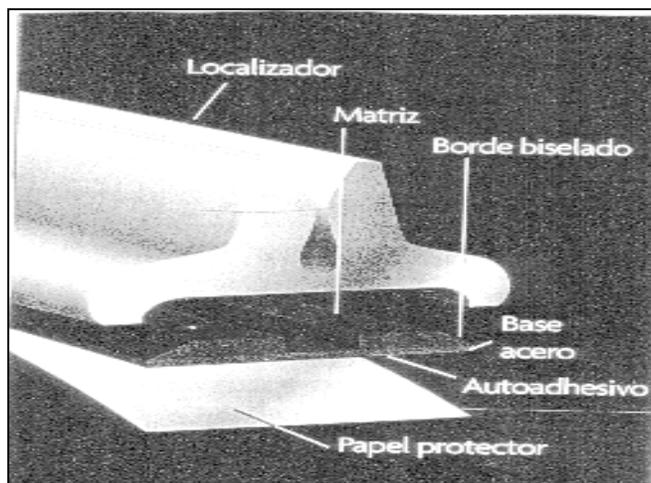
Anteriormente, para la formación de canales de contra hendido se realizaba una operación casi penosa e improductiva, mediante tiras de cartón o de material vulcanizado se formaban canales donde se requería que se insertaran los suajes de hendido para formar las sisas de doblez en el embalaje a producir, era un proceso tedioso y muy minucioso y en el cual se corría el riesgo que se pudieran levantar dichas tiras en forma continua.

Afortunadamente, existen elementos de contra hendido que son llamados matrices, éstas son una combinación de elementos, que permiten gran versatilidad y simplicidad para la realización de los arreglos de contra moldes en el troquel.

Una matriz está constituida por un localizador, éste es un hule que tiene la forma de un canal que sirve como pista para instalar la matriz en la pleca de sisa, tiene que poder brindar un registro casi perfecto ya que puede ocurrir que las matrices se corrieran al momento de que el molde haga presión en la plancha de contra molde.

Otro constituyente de la matriz es una base plástica donde van montados los canales de hendido estos canales de hendido, poseen un biselado, a su vez, esta base contiene adhesivo que es el que fija a la plancha, desde luego, este adhesivo posee un papel protector.

Figura 2. Las partes de una matriz



Fuente: Reportes técnicos de matrices trax

En una matriz los factores a tomar en cuenta para su selección son: la profundidad de hendido y la anchura de hendido. Estos factores de selección van acompañados al grosor del cartón que se usará; a continuación se mostrará una tabla que posee los parámetros de selección para una matriz.

Hay que tomar en cuenta que dichos parámetros están determinados por la materia prima ya que al variar el tipo de cartón se ven afectados, pero lo más importante es garantizar una buena definición de la sisa para que el doblado sea suave.

Tabla III. Parámetros en la selección de matrices

Calibre de cartón	Profundidad de matriz	Ancho de la matriz
0.1778 mm	0.3 mm	1.0 mm
0.2032 mm	0.3 mm	1.1 mm
0.2286 mm	0.3 mm	1.2 mm
0.254 mm	0.3 mm	1.3 mm
0.2794 mm	0.3 mm	1.4 mm
0.3048 mm	0.3 mm	1.5 mm
0.3302 mm	0.3 mm	1.6 mm
0.3556 mm	0.3 mm	1.7 mm
0.3556 mm	0.4 mm	1.1 mm
0.4572 mm	0.5 mm	1.0 mm
0.5588 mm	0.5 mm	2.3 mm

Fuente: Ficha técnica matrices trax

1.3. ¿Cuál es la finalidad de un molde de troquel?

La finalidad de un molde de troquel es formar material de empaque como cajas, respaldos, etiquetas, etc. Mediante una operación de troquelado, la cual para llevarse a cabo necesita presión ejercida por una maquina troqueladora que concierne a la industria de material de empaque de cartón y papel. Las operaciones básicas en un troquel son: el realzado, estampado y propiamente el troquelado.

1.3.1. Proceso de troquelado

Este es el proceso en el cual un pliego de cartón es transformado a unidades de empaque, mediante la formación de dobleces, perforados y la realización de cortes. Este proceso es controlado y posee ciertas características a cumplir, una de ellas es que se debe chequear la forma y dimensiones del empaque, esto se lleva a cabo mediante la comparación de una guía, que no es más que un pliego de papel calco en donde está la gráfica a escala natural del producto requerido.

Otro factor a tomar en cuenta es el control del registro, esto es, básicamente, que el pliego al ser alimentado en la máquina entre en forma uniforme, es decir que no entre torcido y que las marcas de registro en impresión no varíen ya que de una marca de registro buena en impresión serán buenos resultados en el troquelado, generando buena apariencia en la conformación del empaque. Debe tomarse en cuenta que cuando se inicia el trabajo, existe la presencia de reventones, esto se debe a excesos de presión, filo en las plecas de corte, mal centrado de las matrices de hendido.

En lo que concierne a la funcionalidad de la caja o empaque, se debe observar la definición de las sisas de doblez, éstas deben estar de tal forma que sean rectas, uniformes y que no halla ninguna interrupción a lo largo de su trayectoria. Finalmente, se debe constatar el maquinado del empaque mediante el armado de una caja en la cual se observará no sólo su apariencia sino, también, la funcionalidad que pueda tener.

1.3.2. Proceso de estampado

Este proceso, al igual que los dos anteriores, se realiza en una máquina troqueladora; en esta operación, al igual que en el realzado, se necesitan grabados, lo que difiere en estos es que el estampado y el grabado tienen el relieve hacia fuera, mientras que el realzado, del grabado el relieve es hacia el interior.

La forma de estos grabados de estampado obedece a que se requiere que ejerzan presión sobre el foil que es una película de recubrimiento, pudiendo ser dorado o plateado. Para llevar a cabo esta operación, es necesario estar provisto en lugar de un molde, de una plancha llamada panel formada de termo coplas que transmiten temperatura en todo el panel, la temperatura de estampado oscila entre 165 a 185 grados centígrados.

Entonces, la combinación, presión temperatura, hacen que el foil pegue sobre la superficie del papel. Los aspectos a tomar en cuenta en el estampado son, primero, que esté en una posición, lo más centrada posible, lo cual se puede constatar mediante la comparación de una guía de estampado con el pliego, una vez observado esto, se debe tener en cuenta que el área que se estampa, esté totalmente llena por el foil y que no exista desprendimientos del mismo por una temperatura mal graduada.

1.3.3. Proceso de realzado

Esta operación, la variante que tiene respecto del troquelado, es que no necesita plecas de ningún tipo, aunque el principio de generar presión de un molde al material es el mismo. Claro que se necesita un molde pero la diferencia es que, ahora, éste es sencillo, sólo es la madera y, en ella, van montados los elementos esenciales para realzar y éstos son los grabados, elaborados de bronce con la forma exacta de los textos o figuras impresas a las cuales se les da un relieve.

Algunos aspectos a tomar en cuenta en este proceso es, primero, el centrado del realzado; se tiene que observar que no exista desfase entre la figura impresa y el clisé de realzado, ya que esto causa mala apariencia; otro factor es que no debe existir la presencia de reventones en el realzado, estos reventones son ranuras a causa de una sobre presión o, también, puede ser por un mal centrado de los clisés.

Cabe resaltar que cuando los grabados de realzado son relativamente pequeños y tienen la capacidad de adecuarse al espacio entre las plecas, esta operación puede hacerse conjuntamente con el troquelado.

Cuando las condiciones de espacio dentro del molde no lo permite se debe realizar por separado, primero, el realzado y, posteriormente, el troquelado de los pliegos de cartón impreso.

1.4. Equipo necesario para la fabricación de un molde de troquel

La operación para fabricar un molde de troquel no difiere en su forma de proceso, solo en el equipo que se utiliza, el cual puede hacerse de forma manual o automática, y depende de las características de calidad y precisión requeridas para decidir con que equipo se fabrica el molde.

1.4.1 Caladora manual

Después del taladro, esta herramienta es una de las más utilizadas por los empresarios, gracias a su versatilidad, se atreve prácticamente con todo tipo de materiales, siendo la más apropiada para realizar cortes curvos y rectos. Se pueden encontrar en modelos muy avanzados, con regulación electrónica y avance pendular. Su motor montado horizontalmente, convierte el movimiento rotativo en movimiento de vaivén. Variando su potencia entre 250 y 1200 Vatios, se pueden realizar cortes rectos o de 45°.

La capacidad de regulación electrónica permite trabajar con velocidades que se ajustan a distintos materiales, para cortes en madera se emplean velocidades altas, pero para plástico y metales, lo más recomendable será utilizar velocidades menores. La función de oscilación pendular hace que la hoja de la sierra se mueva perpendicularmente a la dirección del corte y hacia atrás al retroceder. Con esta circunstancia se consigue atacar de forma más efectiva al material y multiplicar la velocidad de corte.

La gran mayoría de sierras incorporan un dispositivo de soplado, con el que se consigue eliminar el aserrín, que de otra manera ocultaría la línea marcada para realzar el corte. También están provistas de una conexión para la aspiradora.

Figura 3. Caladora Manual



Fuente: Investigación de campo

1.4.2 Router para calado de madera

Este sistema eficaz de fabricación de moldes de troquel, combina velocidad y precisión, a un costo más bajo que una caladora láser, gracias a su sistema de corte de alta velocidad y su innovadora tecnología que proporciona versatilidad sin precedentes, así como una avanzada herramienta de mecanizado rápido, que permite la eliminación y contención del material cortado, a través de una cuchilla de carburo cónico dirigida por un software con precisión milimétrica, obteniendo como resultado un molde de troquel excepcionalmente preciso y resistente.

Este tipo de equipo contiene el perfil completo para los fabricantes de moldes que procesan plegadizos con diseños repetitivos y complejos, ya que también cuenta con opciones para fabricar moldes de limpieza y separación, así como también contra moldes plásticos y de acero.

Figura 4. Rauter para calado de madera



Fuente: Investigación de campo

1.4.3 Láser para calado de madera

La aplicación del láser no solo es un privilegio de las herramientas digitales, ahora la industria de artes gráficas, y en especial los especialistas en estuches o plegadizas tienen una alternativa de alta precisión para la elaboración de troqueles complejos o con gran número de cavidades, como los utilizados para la producción de plegadizas de alta calidad, ideales para empaquetado en máquinas automáticas y de alta velocidad en industria farmacéutica y de alimentos.

La tecnología para la fabricación de troqueles con calado láser ha permitido una nueva vida a los troqueles con cuchillas de acero. Ahora ya no es necesario utilizar las herramientas convencionales como la caladora, para cortar el canal de los flejes ni exigir niveles altos de calidad a un operario.

Pero tampoco se trata de una técnica de este nuevo milenio, ya que el primer equipo de fabricación de troqueles vía láser se instaló en Europa hace más de 25 años, y hace solo cerca de 10 años se instaló el primero en Latinoamérica; donde el crecimiento del mercado, y la globalización de la economía han hecho los requerimientos para esta moderna herramienta. Las mayores exigencias en tolerancias, y la utilización de máquinas automáticas de troquelado, hacen necesaria la manufactura de troqueles bajo calado láser.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Diagrama de operaciones

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

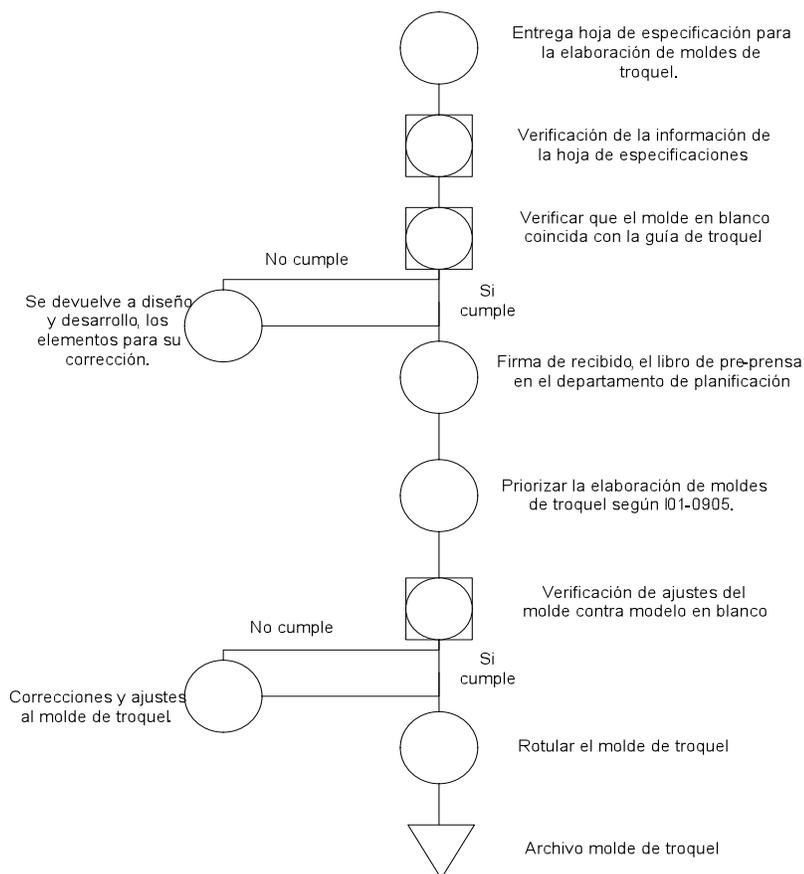
El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La operación ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.

Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo. El transporte ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

Figura 5. Diagrama de operaciones

Empresa: Industria de cajas plegadizas	Hoja: 1/1
Analista: Juan Carlos Mérida	Fecha: junio,2009
Actividad: Procedimiento para elaborar moldes de troquel	

DIAGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE MOLDES DE TROQUEL



Fuente: elaboración propia

2.2 Estudio de condición actual

En este capítulo se determinará la forma en la que se fabrican actualmente los moldes, tanto como los costos y estado de los equipos, con la finalidad de poder determinar la necesidad de renovar el equipo actual y los procedimientos, así como determinar el tiempo de respuesta y la calidad del producto.

2.2.1 Evaluación del rendimiento y estado del equipo

Actualmente se trabaja con una caladora manual marca Behrens, modelo de fabricación 40023, la cual tiene capacidad para poder procesar un formato de pliego de 48" X 60", y la velocidad de corte depende de la habilidad del operador para poder operar el equipo, así como la dificultad del diseño que se trabaja, convirtiendo prácticamente el proceso en artesanal en lugar de un proceso industrial enfocado a la velocidad y la calidad, por lo que el taller está destinado a fabricar únicamente los diseños poco complejos que requieren de tiempos reducidos de producción, dando poca o ninguna garantía que exista uniformidad entre unidades caladas en un mismo molde.

Adicional al problema de velocidad y calidad del proceso, se tiene el inconveniente de provocar atrasos en los arreglos en máquina, ya que la calidad del molde terminado no cumple con los requerimientos mínimos que permitan al operador realizar arreglos rápidos, por lo que el tiempo de arreglo y ajustes es elevado.

En relación a los repuestos y servicio técnico, ya no se cuenta con un respaldo comercial de la marca y modelo para cambio de piezas, o tener inventario mínimo de partes que puedan dañarse por desgaste, obligando ha tener que recurrir a adaptaciones para tener el equipo en condición de operación, generando esto una condición de alto riesgo en caso de falla, la cual dejaría al taller prácticamente sin capacidad para poder fabricar moldes y como consecuencia parar la producción por falta de tan indispensable elemento de la fabricación.

2.2.2 Medición de la eficiencia del departamento

Dadas las condiciones de fabricación, la eficiencia del taller con la demanda actual de moldes, se encuentra en números que preocupan dado el crecimiento de la empresa y la necesidad de fabricación. Así como la calidad que exigen los clientes bajo las nuevas prácticas automatizadas de producción.

Se estima que la demanda actual es de 5 moldes semanales, de los cuales solo se pueden fabricar 2 a la semana situando esto en un 40% de eficiencia trabajando 15 horas al día, equivalente a dos turnos de trabajo y con 2 operadores en cada turno, dejando el resto de moldes para fabricación externa con una velocidad de fabricación similar dejando al taller con un déficit de un molde por semana, sin considerar el costo de oportunidad que se genera al rechazar trabajos por falta de capacidad para fabricar los moldes tanto internamente como localmente con proveedores calificados.

Aunque los proveedores locales garantizan la calidad de los moldes, nos encontramos con una tasa de rechazo del 5%, dado que estos no cuentan con un sistema de control de calidad que permita tener una recepción fluida del producto, generando esto un trabajo adicional con una estación de control que se encarga de inspeccionar los requerimientos y el cumplimiento de los mismos para poder libera el producto.

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{moldes fabricados}) * 100}{\text{Moldes requeridos}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{2 * 100}{5} = 40\%$$

2.2.3 Costo de operación actual

El costo de operación actual se determina tomando en consideración todos los elementos que forman parte del producto terminado, los cuales son: la madera como materia prima principal, la mano de obra que transforma la materia prima en producto terminado, así como la energía eléctrica consumida y el costo por hora de la caladora, cada uno de los costos se desglosa a continuación.

El costo de mano de obra se estima sobre la base de lo que perciben los operadores del taller mensualmente, dicha cantidad es de US \$ 312.00/mes. Si partimos del hecho que trabajan 2 operadores por turno en 2 turnos de trabajo, nos da un costo por hora de US \$1.81/hora.

Dado que el taller esta en capacidad de fabricar 2 moldes a la semana, esto implica que de las 86 horas disponibles de la semana se invierten 43 horas en cada molde fabricado. En referencia a la madera necesaria, se utilizan 2 pliegos de madera para fabricar un molde, y cada pliego tiene un valor de US \$ 35.00

Costo total de fabricación = (costo mano de obra por hora, por la cantidad de horas necesarias para fabricar una unidad)+(costo de materia prima, para fabricar una unidad)+(costo de energía eléctrica para fabricar una unidad)

Costo de fabricación de una unidad = $(1.83*43)+(70)+(0.17*0.28*43)$

Costo de fabricación de una unidad = US \$ 150.69

2.2.4 Costos estimados por subcontratación de fabricación

Dadas las limitaciones de fabricación actual, es necesario sub-contratar talleres que puedan suplir moldes de troquel para poder cumplir con la demanda, esto implica que se tenga que buscar proveedores que cumplan con condiciones de calidad y fechas de entrega.

Adicional a esto se tiene que buscar un proveedor que pueda suplir moldes que cumplan con características especiales de calidad, las cuales incluyen precisión y estandarización en tamaño, y que pueda garantizar una buena maquinabilidad en el usuario de la plegadiza, sin tener que realizar ajustes en máquina independientemente de las posiciones que puedan ocupar en un pliego troquelado.

2.2.4.1 Costo de subcontratación por fabricación de moldes no especializados

Un molde que no cumpla con características especiales de calidad y que el producto que se fabrique con este sea utilizado en líneas de producción manuales oscila entre US \$ 450.00 y US \$ 500.00, dependiendo la complejidad del diseño, ya que entre más complejo es el diseño el tiempo de fabricación aumenta, por lo que se tiene un costo mensual por sub-contratación de entre US \$3,500.00 y US \$ 4,000.00

2.2.4.2 Costo de subcontratación por fabricación moldes especializados

El tema de la fabricación de moldes que cumplan con características especiales y estrictas condiciones de calidad, diseño y precisión es uno de los principales motivos por los que se requiere cambiar el proceso de fabricación actual, ya que este tema involucra contratar servicios de fabricación especializados que no se encuentran localmente.

Esto genera complicaciones porque se tiene que importar de Norte América, normalmente se tiene una solicitud de un molde especializado cada 3 meses. Aunque la tendencia del mercado se enfoca en automatizar los procesos, por lo que las solicitudes de este tipo de moldes será cada día más frecuente dejando a la empresa en una condición competitiva de riesgo por el tiempo de respuesta tan lento y con un alto costo de fabricación ante este mercado.

En promedio la fabricación de un molde especializado toma aproximadamente 20 días hábiles después de colocado el pedido, y el costo de este oscila entre US \$ 5,000.00 a US \$ 8,000.00, teniendo como inconveniente extra el pago de contado de estas fuertes cantidades.

2.2.5 Estado del equipo (reparaciones y repuestos)

El equipo que se utiliza actualmente no cuenta con soporte técnico en el mercado por el modelo tan antiguo, por lo que el taller se encuentra sin ningún respaldo en cuanto a reparaciones y no existe ninguna casa comercial que posea la representación para proveer repuestos, por lo que el departamento de mantenimiento siempre se encuentra en apuros para reparar el equipo.

Uno de los principales problemas que se tiene es que el departamento de mantenimiento frecuentemente tiene que fabricar las piezas dañadas para poder tener el equipo en condiciones mínimas de operación, generando como consecuencia trabajos deficientes en calidad y en muchas de las ocasiones se pone en riesgo al operador por trabajar en condiciones inseguras.

2.3 Evaluación del personal

La calidad y el servicio es uno de los factores más importantes en una empresa así como la productividad y la eficiencia, y aunque se pueda encontrar equipos altamente eficientes, si no se encuentra el recurso humano adecuado para operar esos equipos los resultados son adversos, por lo que la parte operativa es vital en toda empresa, y debe de prestarse atención especial a este asunto.

2.3.1 Especialización actual y requerida del operador

Dadas las condiciones actuales de operación, el taller cuenta con cuatro operadores trabajando dos en jornada diurna y dos en jornada mixta, estos operadores tienen más de diez años de experiencia en la fabricación de moldes de troquel, haciendo que su puesto de trabajo en las condiciones actuales requiera de una alta especialización y habilidad para poder trabajar artesanalmente un molde, creando una dependencia muy fuerte de este tipo de mano de obra que es escasa en el medio.

Las personas que fabrican moldes de troquel bajo estas condiciones han sido entrenados por mucho tiempo como auxiliares de proceso y luego como operadores, limitando el encontrar en el mercado material humano con las características necesarias para poder producir un molde que cumpla con los requerimientos mínimos de calidad y funcionalidad en máquina.

Con el equipo que se está evaluando, la dependencia de este tipo de material humano se reduce a cero, ya que el proceso de fabricación opera con un *software* que le permite al operador controlar el equipo desde una consola, únicamente cargando la información de los requerimientos de proceso, por lo que se requiere para operar el nuevo equipo de una persona que conozca de ambiente *Windows*, y de un entrenamiento corto para estar en capacidad de fabricar moldes especializados y con características superiores de calidad.

2.3.2 Perfil del puesto

Es difícil observar la forma en que puede reclutarse un equipo de personal sin haber definido los trabajos que deben ser realizados, y más aún sin considerar las relaciones con otros y entre éstos y los objetivos de programa,. No obstante, hay ejemplos que muestran como se forman y crecen rápidamente organizaciones que operan exclusivamente sobre un conjunto de designaciones de trabajo o títulos.

Dichas designaciones pueden o no resultar en un equipo capaz de definir roles y funciones interdependientes. Comúnmente, dichos títulos hacen que se pierda mucho tiempo en las etapas iniciales y a lo largo del programa tratando de negociar los roles. Puesto que las designaciones no explican con precisión el tipo particular de trabajo, las personas establecen quién hace qué sobre la base de las capacidades de cada individuo.

Es altamente probable que el programa se modifique para aprovechar los dones y aspiraciones del personal designado en lugar de seguir estrictamente los objetivos del programa. Una vez establecida la descripción del trabajo permitiendo el reclutamiento, las citas, y la evaluación en el trabajo, aquellos responsables del reclutamiento deben desarrollar un perfil que ayude a otros a buscar la persona apropiada para el trabajo.

Dicho perfil considerará no solo las competencias necesarias que demanda la descripción del trabajo, sino también las cualidades que hacen posible que una persona encaje en el equipo que ya se ha establecido. La elaboración de los perfiles de trabajo debe hacerse internamente y considerando no solo las leyes laborales y de empleo del país sino también los derechos humanos y la orientación democrática.

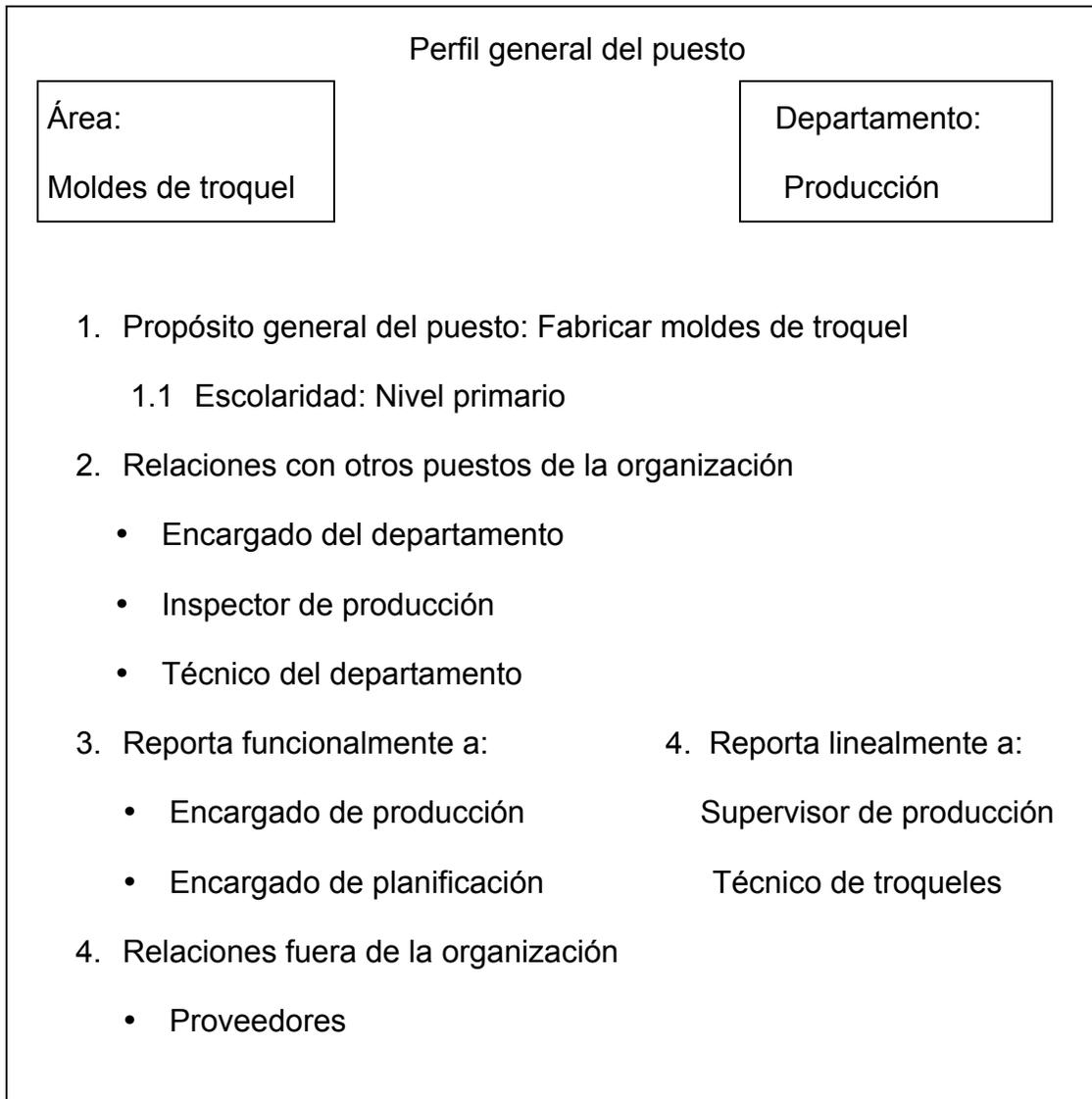
Ciertos trabajos requieren personas extrovertidas o que hablen ciertos idiomas, o que tengan un conocimiento cultural y político de ciertos grupos de competidores o socios potenciales del programa. Aquellos encargados de seleccionar los equipos pueden tener determinados puntos de vista sobre si los equipos son más efectivos cuando son diversos, o cuando son homogéneos.

También pueden existir puntos de vista sobre si las mujeres, o los miembros de los grupos minoritarios deben ser incorporados al equipo de personal por razones diferentes a las arriba mencionadas con el fin de asegurar que éstos tengan igualdad de oportunidades para desarrollarse en sociedades que de alguna forma los discriminan. El reclutamiento puede iniciar una vez que se ha definido el perfil de la persona conforme al puesto de trabajo solicitado.

Fundamentalmente, un proceso de selección pretende precisar qué personas y en qué medida, de entre una serie de candidatos, reúnen ciertas características definidas previamente y que se corresponden con los requerimientos de un puesto de trabajo. Así, tenemos, de un lado, un puesto de trabajo con unas propiedades concretas de las que se desprende un perfil de exigencias.

De otro lado, contaremos con un grupo de personas, candidatas a ese puesto, y en las que se tendrá que evaluar hasta qué punto poseen las características y competencias definidas en el perfil correspondiente. Una vez que se haya definido el perfil del puesto, y se hayan obtenido los datos relativos a los candidatos, obteniendo el consiguiente perfil de cualidades para cada uno de ellos, bastará establecer una comparación entre perfil del puesto y perfil de los aspirantes para dilucidar cuál o cuáles de ellos presentan un mayor ajuste a las exigencias del puesto de trabajo.

Figura 6. Perfil del puesto actual



Continuación...

5. Puede sustituir a los siguientes puestos

- Operador de troquel
- Técnico de troquel

6. Le pueden sustituir los siguientes puestos

- Operador de troquel

7. Responsabilidades y actividades:

- Cumplir con lo establecido en procedimiento para la fabricación de moldes de troquel
- Responsable por el cuidado y uso correcto de equipo a su cargo
- Verificar la información necesaria disponible en su centro de trabajo
- Responsable de la limpieza y lubricación de la maquinaria y equipo auxiliar del departamento
- Cuidar que las acciones y trabajos realizados sena ejecutados con seguridad
- Inspeccionar la calidad del molde durante el proceso de fabricación
- Identificar los moldes después de uso en los troqueles
- Cumplir con las normas de seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura de la empresa

8. Sexo:

- Masculino Femenino

9. Capacitación requerida:

- Conocimiento de norma ISO 9001

2.3.3 Definición del nuevo perfil

Considerando que se tienen las mismas funciones pero con actividades diferentes, es necesario definir un nuevo perfil, que se ajuste a las necesidades del departamento.

Figura 7. Perfil de puesto propuesto

Perfil general del puesto	
Área: Moldes de troquel	Departamento: Producción
1. Propósito general del puesto: Fabricación de moldes de troquel	
1.1 Escolaridad Requerida: Perito en computación	
2. Relaciones con otros puestos de la organización	
<ul style="list-style-type: none">• Encargado del departamento• Inspector de producción• Técnico del departamento	
3. Reporta funcionalmente a:	Reporta linealmente a:
<ul style="list-style-type: none">• Encargado de producción• Encargado de planificación	Supervisor de producción Técnico de troqueles
4. Relaciones fuera de la organización	
<ul style="list-style-type: none">• Proveedores	

Continuación...

5. Puede sustituir a los siguientes puestos

- Operador de troquel
- Técnico de troquel

6. Le pueden sustituir los siguientes puestos

- Operador de troquel

7. Responsabilidades y actividades:

- Cumplir con lo establecido en procedimiento para la fabricación de moldes de troquel
- Responsable por el cuidado y uso correcto de equipo a su cargo
- Verificar la información necesaria disponible en su centro de trabajo
- Responsable de la limpieza y lubricación de la maquinaria y equipo auxiliar del departamento
- Cuidar que las acciones y trabajos realizados se ejecuten con seguridad
- Inspeccionar la calidad del molde durante el proceso de fabricación
- Identificar los moldes después de uso en los troqueles
- Cumplir con las normas de seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura de la empresa

8. Sexo:

• Masculino

Femenino

Continuación...

9. Capacitación requerida:

- Conocimiento de norma ISO 9001
- Fabricación de moldes de troquel
- Manejo de paquetes Windows y Office.

10. Idioma requerido:

- Español nativo

Fuente: Elaboración propia

3 PROPUESTA

La propuesta que se presenta para mejorar el proceso de fabricación actual consta con la evaluación financiera y técnica, para poder cambiar el equipo actual y adquirir un equipo que garantice la fabricación de los moldes de troquel bajo estándares de calidad eficiencia y productividad, cuidando los aspectos financieros para poder tener un proyecto que sea viable su inversión.

Se dotará también de la información técnica que respalde el uso de equipos automáticos en este tipo de proceso, así como las ventajas y desventajas que se tienen al invertir en este proyecto.

3.1 Equipo necesario para automatizar el departamento

Uno de los elementos principales para cambiar la forma de fabricación del departamento, debe de consistir en un equipo que pueda producir con eficiencia y calidad moldes resistentes, que cumplan con los requerimientos de los clientes que necesitan cajas plegadizas con diseños repetitivos y complejos para procesos automatizados y de volúmenes altos.

Además debe de poseer aplicaciones adicionales que complementen el proceso de troquelado, tal como la fabricación de moldes de limpieza, moldes de separación y contra moldes de sisado, reuniendo todas estas características en un solo equipo que permita responder velozmente y con calidad, y el equipo que posee todas estas aplicaciones y versatilidad de operación es un rauter de calado automático.

3.1.1 Características y capacidad del equipo

En la siguiente tabla se definirán las capacidades y características del equipo, las cuales hacen que sea una herramienta versátil, lo que conlleva a la fabricación precisa de elementos de alta calidad para el proceso de troquelado.

Tabla IV. especificaciones equipo calador

ESPECIFICACIONES	
Área de trabajo	2500mm (X) x 1250mm (Y) x 175mm (Z)
Construcción	Estructura de una pieza de acero que proporciona rigidez y precisión en el corte
Sistema de operación	Husillos de precisión en todos los ejes. Auto cuadratura, sistema de doble tornillo pórtico Digital, servomotores AC
Eje	Motor impulsador de 2.2KW, velocidad máxima 18.000 rpm. Cabeza integrada flotante para un perfecto fondo de grabado. Alta potencia y alta rpm.
Herramienta de calibración	Censor incorporado para auto calibración

Continuación...

Velocidad Máxima de avance	20m/min.
Zona de trabajo	Cama con zona de vacío integrada con múltiples bombas de conmutación independiente
Eliminación de viruta	Cono automático de extracción de virutas
Controlador	Suministrado con un procesador de 32 bits, programa completo de sujeción de cabezas para el buen movimiento en 2D y 3D. Fácil actualización de software para añadir nuevas funciones.
Software	PC con Windows XP Pro

Fuente: Hoja técnica 2009

3.2 Análisis de la inversión

En todo proyecto de inversión, el análisis de los costos es uno de los temas más delicados, ya que este es el que permite tomar una decisión con un criterio que tenga fundamentos y permita visualizar el comportamiento del proyecto a futuro, por lo que se utilizarán las herramientas necesarias para determinar con el mayor grado de certeza la viabilidad del proyecto.

3.2.1 Costo de adquisición del equipo

La inversión inicial en la compra de equipo con tecnología de punta normalmente requiere de una fuerte inversión inicial, que de no analizarla con la prudencia necesaria puede llevar a arrojar datos que bloqueen el proyecto, por lo que se debe de ser muy cuidadoso al presentar la información.

Tabla V. Desglose de costos

Rubro	Costo en US \$
Costo del equipo	110,000
Transporte y seguro	10,000
Tasa de interés	9.5% anual

Fuente: elaboración propia

3.2.2 Costo de instalación

El costo de la instalación incluye la capacitación de los operadores que tendrán el equipo a su cargo, por lo que se desglosará en dos rubros, tomando en consideración que el equipo quedará en condición de operación con la capacitación que el técnico impartirá durante 3 días, así como los costos de transporte y seguro.

Tabla VI. Costo de instalación

Rubro	Costo en US \$
costo de instalación	15,000
Capacitación	5,000

Fuente: elaboración propia

3.2.3 Análisis costo beneficio

El análisis de costos verifica únicamente los costos entre implementar o no el sistema de calado de moldes con equipo especial y el retorno de inversión en tiempo. En la Tabla se muestra el análisis de costos actual Vrs el sistema de calado automático.

Tabla VII. Análisis de costos de sistema de calado actual vrs. con sistema automático de calado

Costos	Sistema de calado actual US\$	Sistema de calado propuesto US\$
Costo de madera para operar	3360	8400
Costo de energía eléctrica	20	195
Costo mano de obra	14976	7980
Costo fabricación no especializada	48000	
Costo de fabricación especializada	32000	
Inversión		140000
Total	98336	156575
Utilidad por venta de moldes	0	47985.6
TOTAL ANUAL	98356	108589.4

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Tabla VII, hay un ingreso proyectado anual de US\$ 47,985.60 y el retorno de la inversión en tiempo es de 3.2 años, lo cual significa que la inversión se recupera en un tiempo prudente. Para tener un mejor criterio para la toma de decisiones también se emplearon otros métodos de evaluación: el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el análisis beneficio y costo.

El método del valor actual neto nos permite observar los gastos o ingresos del futuro en quetzales equivalentes de ahora al implementar esta propuesta. El análisis de valor actual neto se calcula a partir de la tasa de interés del préstamo en los bancos. La tasa de interés que se utilizó para el cálculo del valor actual neto es del 9% a un período de 3 años.

En la Tabla VII, se muestran los datos de entradas y salidas para la elaboración del flujo de efectivo.

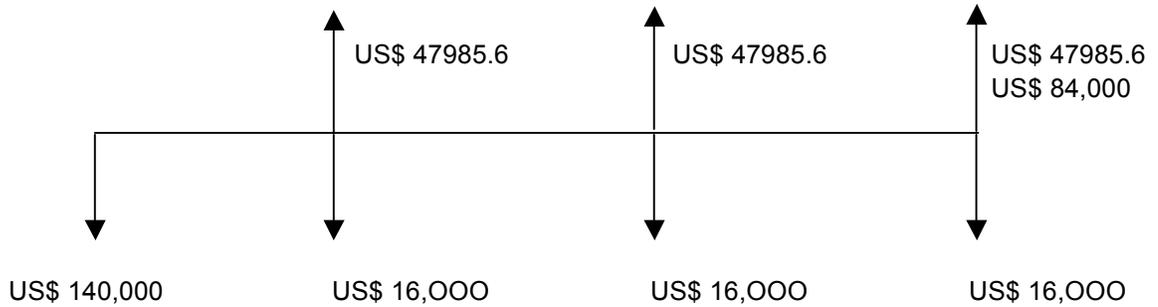
Tabla VIII. Datos de entrada y salidas para flujo de efectivo

Entradas		Salidas	
Utilidad por fabricación de moldes externos	US\$ 47,985.6	Inversión inicial	US\$ 140,000
Valor de salvamento	US\$ 84,000	Materiales	US\$ 8400
		Energía eléctrica	US\$ 195
		Mano de obra	US\$ 7980
TOTAL	US\$ 131,985.60	TOTAL	US\$ 156,575

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se realizó el flujo de efectivo para el cálculo del valor actual neto de esta propuesta, éste se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Flujo de efectivo para el cálculo del valor actual neto



Fuente: Elaboración propia

Con este flujo de efectivo se procedió al cálculo del valor actual neto. Con un $i=9\%$ y $n=3$, se obtuvo el siguiente valor actual neto:

Tabla IX. Análisis del VAN con tasa de interés de 9%.

Valor actual neto beneficios	Valor actual neto costos
$47,985.6(P/A,9\%,3) + 84,000(P/F,9\%,3)$ = 186,329.11	$140,000 + 16,000(P/A,9\%,3)$ = 180,500.71
Valor actual neto (diferencia) = 5,828.39	

Fuente: Elaboración propia

El valor actual neto es de US \$ 5,828.39 por lo que se considera un proyecto viable bajo el criterio de que si $VAN \geq 0$, y se alcanza la tasa de interés la alternativa es financieramente viable.

3.2.4 Análisis retorno de la inversión

La tasa interna de retorno indica también si esta propuesta de un nuevo sistema de fabricación de moldes es rentable o no. A mayor TIR (siglas de tasa interna de retorno), mayor rentabilidad y debe ser mayor que la tasa de interés, en este caso mayor al 9%.

Para determinar la tasa interna de retorno en una serie de flujo de efectivo para un valor actual neto igual a cero, se procedió a la prueba de ensayo y error. La tabla VI muestra el valor actual neto con dos tasas de interés: 5% y 21%. A partir de estos datos se procedió a la interpolación para determinar la tasa interna de retorno para esta propuesta (Tabla VII).

Tabla X. Valor actual neto con tasas de interés de 5% y 21%

	Con i=5%	Con i=21%
Valor actual neto beneficios	47,985.60(P/A,5%,3) + 84,000(P/F,5%,3) = US \$ 203,239.05	47,985.60(P/A,5%,3) + 84,000(P/F,5%,3) = US \$ 146,934.76
Valor actual neto costos	140,000 + 16,000(P/A,5%,3) = US \$ 183,571.96	140,000 + 16,000(P/A,5%,3) = US \$ 173,182.94
Valor actual neto	US \$ 19,667.08	US \$ -26,248.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla XI. Interpolación para determinación de la tasa interna de retorno

Interpolación	US \$. 19,667.08	5%
	US \$. 0.00	12%
	US \$ - 26,248.17	21%

Fuente: Elaboración propia

La tasa interna de retorno es de 12%, lo que nos indica que la propuesta del nuevo sistema de calado de moldes es económicamente viable ya que es mayor que la tasa de interés.

3.2.5 Valor agregado de la inversión

Considerando que la demanda local de moldes es alta, y que los proveedores no cuentan con la capacidad instalada necesaria para proveer los requerimientos actuales, y tomando en cuenta la velocidad de operación del nuevo equipo, se estima que con total facilidad puede cubrirse el mercado local de las empresas que requieran de este tipo de productos, estimando la demanda en 20 moldes mensuales para líneas de producción de empaque manual y 1 moldes especializado para empaques en líneas automáticas.

Con ello se puede cubrir con el equipo el requerimiento de la empresa, más los requerimientos externos, y aún reduciendo en un 50% la parte operativa, garantizando velocidad precisión y calidad en el producto final, pudiendo responder en cuestión de horas y no de días a los requerimientos, convirtiendo al departamento en el primer productor de moldes de calidad a nivel centro americano.

3.3 Costo de operación propuesto

Dado el cambio de proceso y de forma de fabricación, es evidente que el costo de operación tiene que ser distinto, porque la utilización del equipo y las herramientas representa un costo por hora más alto que como se fabrica actualmente.

3.3.1 Estimación costo de operación propuesto

El costo de operación propuesto se determina considerando los mismos elementos que se tomaron en cuenta para calcular el costo actual, y los principales factores a considerar son: la madera como materia prima principal, la mano de obra que transforma la materia prima en producto terminado, así como la energía eléctrica consumida y el costo por hora de la caladora, cada uno de los costos se desglosa a continuación.

El costo de mano de obra se estima sobre la base de lo que perciben los operadores del taller mensualmente, dicha cantidad es de US \$ 332.00/mes. Si partimos del hecho que trabajan 2 operadores por turno en 2 turnos de trabajo, nos da un costo por hora de US \$1.93/hora.

El taller con el nuevo equipo estaría en capacidad de fabricar 1 molde cada 4.8 horas, por lo que podría fabricar 17.9 moldes a la semana, esto implica que de las 86 horas disponibles de la semana se invierten 4.8 horas en cada molde fabricado. En referencia a la madera necesaria, se utilizan 2 pliegos de madera para fabricar un molde, y cada pliego tiene un valor de US \$ 35.00

El consumo de la Energía eléctrica se estima partiendo del costo por Kilovatio/hora que actualmente es de US \$0.17, y el consumo de energía eléctrica por hora es de 2.8kw/hora, por lo tanto para fabricar un molde se consume en energía eléctrica $0.17 \times 2.8 =$ US \$ 2.28/molde fabricado.

Costo total de fabricación = (costo mano de obra por hora, por la cantidad de horas necesarias para fabricar una unidad)+(costo de materia prima, para fabricar una unidad)+(costo de energía eléctrica para fabricar una unidad)

Costo de fabricación de una unidad = $(1.93 \times 4.8) + (70) + (2.8 \times 0.17 \times 4.8)$

Costo de fabricación de una unidad = US \$81.54

3.3.2 Comparación costo actual Vrs. costo propuesto

Uno de los principales objetivos de un proyecto de inversión es la reducción de costos de fabricación, así como el aumento de capacidad instalada, y con el equipo calador propuesto se cumple con estos dos aspectos, considerando una reducción de costo de fabricación de un 54% (costo actual = US \$150.00 Vrs. Propuesto US \$ 81.54), y un aumento de capacidad de fabricación de más del 800%, dejando a todas luces capacidad para poder abarcar tanto el consumo interno como el mercado local, creando otra fuente de ingresos a la empresa, con un precio de venta estimado en mas de US \$200.00, generando una utilidad de US \$118.00 por molde fabricado.

3.4 Requerimientos para la instalación

A continuación se enumerarán y describirán los requerimientos de instalación requeridos para poner en marcha el equipo, y los requerimientos necesarios de materiales para poder entrenar al personal.

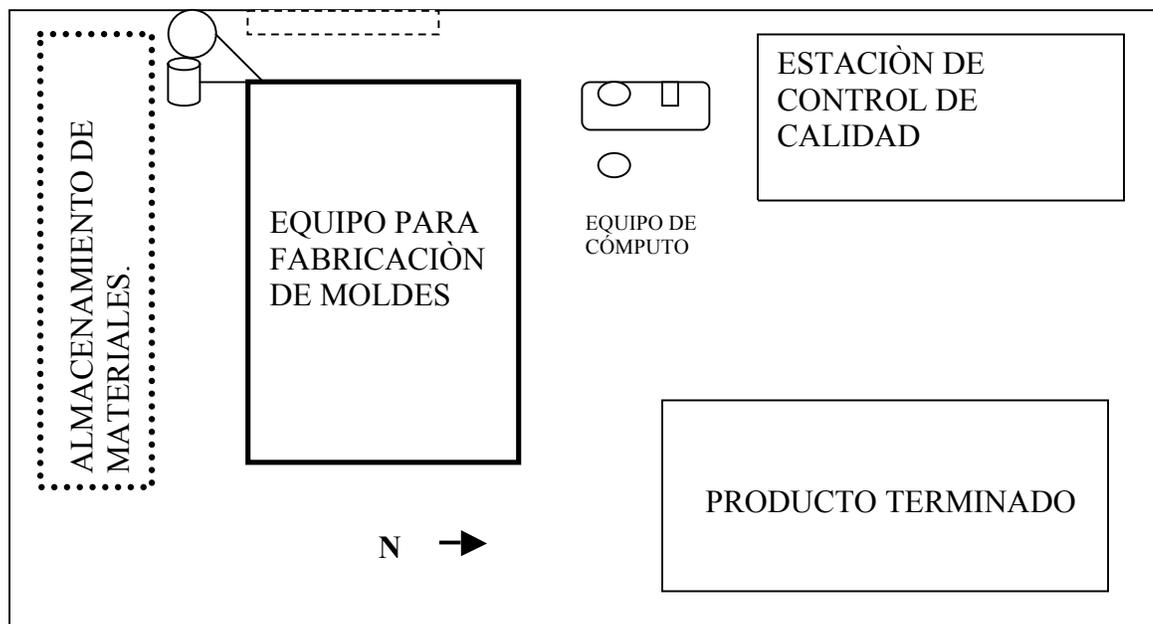
3.4.1 Infraestructura

Los requerimientos de infraestructura para montar un equipo de calado automático, deben de cumplir con condiciones adecuadas para albergar el equipo, y básicamente se dividen en dos requisitos indispensables.

Primero el piso debe de ser liso y estar a nivel para poder colocar el equipo, aunque este cuenta con patas niveladoras que pueden graduarse según sea necesario, es prudente tener un piso a nivel para reducir el tiempo de instalación, dado que este viene calibrado de fábrica, y aunque no necesita de anclajes, el piso debe de tener suficiente resistencia para soportar el peso, en cuanto a las vibraciones, el equipo no produce ninguna.

El equipo debe disponerse en un lugar cerrado para evitar contaminación por polvo y humedad, con suficiente iluminación para poder realizar controles de calidad al producto terminado, y no requiere de gran espacio ya que el tamaño de este es de 1.50 metros de largo y 1 metro de ancho, considerando 0.5 metros libres alrededor para poder maniobrar.

Figura 9. Distribución en planta (método de áreas unitarias)



Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Materiales requeridos para operar el equipo

Básicamente se necesita madera y cualquier otro tipo de material que se requiera aprender a maquinar, en el caso del proceso de fabricación de moldes de troquel se necesitan pliegos de madera MDF de alta densidad de 5/16" de espesor, y para fabricar moldes de limpieza madera MDF de alta densidad de 1/2", por los requerimientos de entrenamiento se necesitan como mínimo 20 tableros por operador para poder cubrir todos los aspectos necesarios de fabricación, ya que la parte de entrenamiento contempla pruebas y ensayos destructivos.

3.4.3 Aspectos eléctricos y neumáticos para la instalación

Los aspectos eléctricos aunque no son muy complicados, necesitan estar listos antes de que llegue el equipo para no atrasar el proceso de instalación, los requerimientos constan de una toma monofásica de 230 voltios y 30 amperios, con una línea neutra, dicho receptáculo necesita estar colocado a una distancia no mayor a 8 pies de la máquina, y en una posición accesible para el operador.

Los requerimientos neumáticos consisten en dos líneas con 105PSI y 12CFM, situadas en la parte derecha de la ubicación prevista de la máquina, se debe de ser muy cuidadoso con el suministro de aire, ya que si este desciende por debajo de las 92PSI.

La máquina automáticamente se detiene dejando inconclusos los trabajos en proceso, generando como consecuencia que estos queden obsoletos. Adicional a esto las líneas deben de tener un secador, porque de lo contrario la humedad provoca daños internos irreparables al motor generando daños prematuros al equipo.

El equipo de fabricación de moldes no incluye computadora para poder operar, por lo que se requiere como mínimo una computadora con procesador Pentium II de 300 MHz y 64MB, para lograr eficiencia en la comunicación.

3.5 Planificación y preparación de la instalación

Antes de planificar la instalación deben de haber concluido y tener listos los requerimientos neumáticos y eléctricos, con la finalidad de que la instalación sea lo más rápida posible y aprovechar el mayor tiempo en el proceso de capacitación del personal, por lo que se detallará en el cronograma las actividades principales a considerar.

3.5.1 Cronograma de instalación

En este punto se establecerá la asignación de las actividades con el tiempo requerido para cada una de las tareas requeridas para llevar a cabo la instalación del nuevo equipo de fabricación de moldes.

Figura 10. Cronograma de instalación

MES		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
ACTIVIDAD SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	1	Investigación bibliográfica	■	■	■	■															
2	Recolección de la información teórica			■	■	■	■	■													
3	Análisis de la información financiera.					■	■	■	■												
4	Recolección de los requerimientos de instalación											■	■								
5	Presentación del proyecto													■							
6	Aprobación del proyecto														■	■					
7	Preparación eléctrica de la instalación																■				
8	Preparación neumática de la instalación																■				
9	instalación del equipo																■				
10	Capacitación del personal																■				

Fuente: elaboración propia

3.5.2 Programa de capacitación para la operación

La serie de cortadoras planas es una solución potente y versátil para realizar automáticamente el corte de madera, cubriendo todas las necesidades de fabricación de moldes con precisión y de forma 100% digital.

Con ello se amplía la capacidad y se maximiza al mismo tiempo la productividad y eficacia de la operación, dicho equipo cuenta con una interfaz de usuario basada en Windows la cual permite una utilización fácil del equipo y poco tiempo de capacitación, ya que los operadores pueden configurar rápidamente y con precisión los trabajos de producción utilizando los controles intuitivos del menú. A continuación se describe una serie de actividades necesarias para poder operar el equipo de una forma eficiente y segura.

Figura 11. Cronograma de capacitación, operación segura

	ACTIVIDAD DÍA	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Características técnicas del equipo	■	■																		
2	Capacidad de fabricación			■	■																
3	Cuidado del equipo					■															
4	Preparación del archivo digital para calar un molde						■	■													
5	Control de calidad de los archivos digitales								■	■	■										
6	Resolución de problemas en los archivos digitales.								■	■	■										
7	Fabricación de moldes											■	■	■	■	■					
8	Control de calidad al molde fabricado																		■	■	■
9	Uso seguro del equipo																		■	■	■

Fuente: elaboración propia

3.5.3 Programa de capacitación para mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prevenir averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Figura 12. Formato para mantenimiento preventivo semanal

ACTIVIDAD	Hora de inicio	Hora de fin	Nombre de quien realizo el mantenimiento	observaciones
Limpieza filtro de aire				
Lubricación tornillos caladores				
Lubricación cabezal de la maquina.				
Limpieza de bomba de succión.				
Limpieza general del equipo.				
Revisar estado de mesa caladora.				

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

La finalidad de un mantenimiento preventivo sostenido es prever las fallas manteniendo los equipos en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles. Por lo que en el cronograma se especifican las actividades a realizar diariamente durante un mes para tener el equipo en óptimo funcionamiento.

Figura 13. Cronograma mantenimiento preventivo

	ACTIVIDAD DÍA	Semana1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
	ACTIVIDAD DÍA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Puesta en operación y detección de fugas de aire																				
2	Limpieza y lubricación de tornillos de ejes axiales																				
3	Limpieza de filtros de aire																				
4	Extracción de aserrín generado por la operación																				
5	Lubricación de ejes transversales																				
6	Revisión de calibración de calado (profundidad y paralelismo de corte)																				

Fuente: Elaboración propia

4 IMPLEMENTACIÓN

Luego de adquirido el equipo, el siguiente paso a dar es la implementación para la utilización eficiente del mismo, bajo los lineamientos que el proveedor recomienda, así como la correcta operación y mantenimiento del mismo, para garantizar que cumpla con el objetivo con el que se valida el proyecto, basándose en el cumplimiento de los estándares de calidad y con el nivel de productividad esperados.

El cumplimiento de dichos objetivos de calidad y productividad se logra teniendo una base sólida de entrenamiento, combinada con materiales adecuados para la fabricación de calidad.

4.1 Puesta en marcha

La puesta en marcha de todo proyecto se puede llevar a cabo al tener cumplidos todos los aspectos técnicos, financieros y humanos. Lo que implica que debe de haberse adquirido el equipo y tenerlo instalado y listo para operar, y sin faltar el recurso humano con las características necesarias para poder operar el equipo.

4.1.1 Cronograma de actividades

Las principales actividades que requieren el proceso de investigación, compra e instalación del equipo para fabricación de moldes se muestran en la tabla siguiente, aunque cada una de las actividades principales consta de sub-actividades, estas están contempladas dentro del término de tiempo proyectado.

Figura14. Cronograma investigación

	MES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Investigación bibliográfica	■	■	■	■																
2	Recolección de la información teórica			■	■	■	■	■	■												
3	Análisis de la información financiera							■	■	■	■										
4	Recolección de los requerimientos de instalación											■	■								
5	Presentación del proyecto													■							
6	Aprobación del proyecto														■	■					
7	Preparación eléctrica de la instalación															■	■				
8	Preparación neumática de la instalación																■				
9	instalación del equipo																	■	■	■	
10	Capacitación del personal																			■	■

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Determinación del tiempo estimado para estar en operación

De acuerdo a las actividades requeridas para poner en marcha el proyecto, desde su análisis inicial hasta la culminación del tiempo de capacitación del personal, se estima un lapso de 5 meses, y considerando el tiempo después de la instalación, el equipo estaría funcionando 3 semanas después.

4.1.2.1 Plan de capacitación futuros operadores

Toda vez que se realiza una inversión en equipo de fabricación o mejora de procesos, se necesita un plan para poder tener personal entrenado y cubrir necesidades como vacaciones suspensiones, despidos etc. Por lo que contar con personal capacitado y entrenado disminuye el riesgo de tener dependencia de un equipo humano para operar, y genera competitividad dentro del personal asignado a la máquina, por lo que se describirá la secuencia para entrenar futuros operadores.

4.1.3 Operación segura del equipo.

La seguridad e higiene industrial se refiere a las normas de protección que son utilizadas en los sitios de trabajo, que proporcionan al trabajador un ambiente seguro e higiénico que involucra el equipo utilizado y todas las condiciones físicas que rodean el lugar de trabajo.

4.1.3.1 Plan de capacitación futuros operadores

El plan de capacitación debe comprender todos los aspectos necesarios para poder formar a una persona con los conocimientos necesarios para operar el equipo de una forma eficiente y segura.

Figura 15. Cronograma capacitación futuros operadores

	ACTIVIDAD DÍA	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Características técnicas del equipo	■	■																		
2	Capacidad de fabricación			■	■																
3	Cuidado del equipo					■															
4	Preparación del archivo digital para calar un molde						■	■													
5	Control de calidad de los archivos digitales								■	■	■										
6	Resolución de problemas en los archivos digitales.								■	■	■										
7	Fabricación de moldes											■	■	■	■	■	■	■	■	■	
8	Control de calidad al molde fabricado																		■	■	
9	Uso seguro del equipo																		■	■	

Fuente: elaboración propia

4.1.3.2 Equipo de seguridad necesario para operar el equipo

El uso de protección personal es necesario para salvaguardar al personal al realizar trabajos en las diversas áreas de los talleres. Dependiendo del trabajo que se elabore y del riesgo de accidentes, existe diversidad de protecciones para el cuerpo como; ojos, cara, dedos, manos, brazos, pies y piernas y oídos. Cuando en el lugar de trabajo los ojos se encuentren expuestos a partículas volantes, objetos duros y pequeños, líquidos irritantes, entre otros.

Es necesario hacer uso de equipo protector cómodo y adecuado como las gafas, adecuadas para el trabajo en madera, pulido y otras operaciones ligeras que pueden dar lugar a que vuelen pequeñas partículas, así como también lentes químicos los cuales protegen contra el salpicado y el riesgo en el manejo de productos ácidos o cáusticos, productos químicos, galvanizado, etc.

El tipo más común de protección para los brazos son los guantes, los cuales no son aconsejables para ser utilizados por operadores que trabajen en máquinas rotativas; ya que existe la posibilidad o riesgo de que el guante sea atrapado en las partes rotatorias.

Los guantes deben ser seleccionados cuidadosamente dependiendo de la operación que se realice, si los guantes son utilizados para proteger las manos de los trabajadores contra soluciones químicas, los mismos deben ser largos para subir por encima de la muñeca.

Los guantes plásticos están diseñados para resistir la penetración de agua, aceite y ciertos productos químicos, ya que protegen la piel de las manos contra los irritantes, evitando la corrosión de las partes metálicas como consecuencia del sudor de las manos.

Para la protección del oído contra el ruido existen tres tipos de protectores:

- a. El tapón moldeado de hule suave o de materiales plásticos duros que se acomodan en el canal auditivo del trabajador.
- b. La almohadilla o dona es un equipo que se mantiene en posición sobre las orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza y pueden estar fabricados de hule o metal.
- c. El casco o dispositivo especial con capacidad de reducción de ruido.

Por el tipo de proceso que realiza el equipo y los materiales utilizados, el equipo de protección que se recomienda para operar el equipo consta de: lentes para evitar lesiones en los ojos por desprendimiento de madera cortada a alta velocidad, zapatos con punta de acero para evitar lesiones en los dedos por caída de materiales pesados, protectores auditivos por el ruido generado por el motor de corte y cinturón de cuero para protección de la cintura, por el peso de la madera con que se alimenta el equipo.

Figura 16. Ficha de seguridad, uso de protección personal

Puesto de trabajo: Operador	
Actividad: fabricación de moldes de troquel	
	Lentes de protección Daños parciales y permanentes en los ojos
	Mascarilla Irritación en la nariz
	Redecilla Contaminación del producto
	Zapatos de trabajo Daños en el tobillo y lesiones en los pies

Fuente: elaboración propia

4.1.3.3 Manejo de los desechos generados por la operación

Detrás de cada página impresa existe un conjunto de químicos, desechos, y emisiones muchas de las cuales pueden evitarse por medio de escogencias inteligentes y buenas prácticas administrativas. Las empresas con conciencia ambiental seleccionan papeles, tintas, e imprentas para sus proyectos teniendo en cuenta el desempeño ambiental. Es importante contar con un programa de manejo de desechos por dos razones, la responsabilidad social, y las leyes que rigen el manejo, en Guatemala está regido por el código de salud, según decreto 90-97, del congreso de la república.

4.1.3.4 Manejo de desechos de una industria litográfica

Existe una amplia gama de tecnologías ecológicas concebidas para el control de la contaminación del aire y del agua, el tratamiento de las aguas residuales contaminadas, el manejo de los ingentes volúmenes de desechos sólidos industriales y domésticos y la vigilancia del nivel de cuidado ambiental. Estas tecnologías son esenciales para la elaboración de estrategias eficaces de reducción de la contaminación y, si bien no sustituyen a las soluciones de producción menos contaminante, son efectivas. En el presente capítulo se analizan las principales tecnologías ecológicas de cada categoría, y se evalúan sus características y sus ventajas.

Hoy en día existen muchas tecnologías ecológicas para controlar y reducir, más que prevenir, la contaminación. Entre ellas: control de la contaminación atmosférica: reducción y eliminación de gases y de materia particulada; tratamiento del agua y de las aguas residuales: eliminación de agentes contaminantes de las aguas negras y purificación de los agentes contaminantes.

Así como de las aguas residuales industriales y del agua potable contaminada; gestión de desechos: reducción de la cantidad de desechos sólidos producidos y tratamiento y eliminación de los desechos finales; en recuperación y reciclado; actividades de limpieza: saneamiento de la tierra contaminada y tratamiento de desastres ecológicos; vigilancia del medio ambiente: evaluación de la calidad y del nivel de cuidado ambiental.

Se trata de tecnologías ampliamente comprobadas (algunas de ellas ya tienen varios años de existencia). Suponen un costo relativamente importante, y están siendo continuamente mejoradas. Es cierto que no tienen ni con mucho el alcance de las tecnologías de producción menos contaminante para resolver los problemas de contaminación, y que son más que nada una solución provisoria; no obstante, son eficaces para reducir los niveles de contaminación.

Como en cualquier proceso industrial, este tipo de industria genera desperdicios sólidos y líquidos, los cuales de no ser manejados adecuadamente generan riesgos al medio ambiente que pueden ser percibidos a corto o largo plazo, es por eso que se tiene un compromiso serio con el medio ambiente a través de un programa de responsabilidad social y ambiental, el cual abarca aspectos de manejo de desechos tanto sólidos como líquidos, certificando que todo es manejado bajo los reglamentos que la ley exige.

4.1.3.4.1 Desechos sólidos

El principal desecho que genera una industria litográfica, es cartón y papel, el cual lleva un proceso de reciclaje el cual se expondrá en este punto.

El papel fue inventado en China hacia el año 105 d.C.; lo obtuvieron a partir de cortezas de madera y trapos. Sin embargo no fueron los chinos los primeros en utilizar este material como soporte para la escritura: los egipcios utilizaron el papiro mucho antes, desde el 2000 a. C.

También los mayas y los aztecas en el 100 a.C. elaboraron a partir de la corteza de la higuera silvestre y otras plantas un material sobre que escribir. Los chinos transmitieron el arte de la fabricación del papel a los árabes y en 1151 éstos lo trajeron a España y de aquí a toda Europa. Su utilización no se hizo masiva hasta que Gutemberg en el s. XV inventó la imprenta.

En la fabricación del papel intervienen tres elementos: la pasta de celulosa (obtenida normalmente de la celulosa de la madera de los árboles), agua y energía. El proceso de fabricación comienza con el descortezado de la madera y su transformación en pasta, triturándolas para obtener la pasta de papel.

El proceso de obtención de la pasta de papel puede ser mecánico (desfibración mecánica de la madera), químico (desfibrado en un digestor, donde la madera es cocida con productos químicos) o mixto. Una vez obtenida la pasta de papel, se blanquea. El blanqueo trae consigo graves impactos ambientales si es empleado el cloro gas o el dióxido de cloro, debido a los problemas que ocasionan los posteriores vertidos de estos tóxicos. Un blanqueo menos agresivo se realiza mediante oxígeno, agua oxigenada u ozono.

Como venimos comentando con otros componentes de la basura, el reciclado del papel comienza con una separación previa en nuestras casas y con su depósito en los contenedores correspondientes. Reiteramos que este paso es el primer eslabón de toda la cadena del reciclaje y sin el cual todo lo demás no funciona.

Una vez depositado el papel y el cartón en los contenedores azules, es recogido por una empresa la cuál selecciona y clasifica el papel y el cartón, para posteriormente llevarlo a una empresa papelera donde se convierte el papel viejo en papel reciclado. Los procesos que se utilizan para obtener papel reciclado son los siguientes:

- **Clasificación, preparación y embalaje.**

Operación de pulpado: su objetivo es separar las fibras que contiene el papel usado, sin romperlas.

Eliminación de objetos: la pasta de papel se filtra por tamices de distintos tamaños para separar plásticos, alambres, tierra, etc.

Destintado: se elimina la tinta mediante jabón y proyectando aire a presión. El aire y el jabón forman pompas que suben a la superficie, donde unos potentes aspiradores recogen la mezcla de tintas que tenía el papel usado.

Lavados y espesados sucesivos: consiste en ir reduciendo la cantidad de agua que tiene la pasta de papel

Máquina de papel: el papel es secado por completo y se obtiene una lámina de papel lista para un nuevo proceso.

4.1.3.4.2 Desechos líquidos

Dada la necesidad que actualmente se tiene de cuidar el medio ambiente, convierte en una necesidad implementar acciones inmediatas para reducir el nivel de contaminación de las descargas de aguas residuales, estas medidas se orientan principalmente a la adopción de un programa de prevención que reduzca la presencia de productos químicos en el afluente industrial.

Sin embargo, no se descarta la implementación de un tratamiento de dicha descarga, en caso las medidas preventivas no sean suficientes para cumplir con lo que establece el reglamento de aguas residuales además de cumplir con la mencionado, también la empresa esta conciente de la importancia de velar por el uso adecuado del recurso hídrico disponible de acuerdo a lo que la ley establece, por tal razón se fijan objetivos que obedecen al manejo de este recurso.

Uno de los objetivos esta encaminado a garantizar el uso adecuado del agua en las diferentes actividades que la requieren, implementando medidas que permitan optimizar su consumo, así como mitigar los efectos que su contaminación puedan ocasionar a los cuerpos receptores finales. El otro objetivo estaría dirigido a cumplir con lo que establece el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 en cuanto a los límites máximos permisibles para la descarga de aguas residuales.

La generación de desechos peligrosos se ha convertido en la actualidad en un grave problema para la humanidad, creando una situación de alto riesgo para la salud de las personas y un incremento en la contaminación del medio ambiente. En 1989, se firmó el Convenio de Basilea sobre el control de los desechos peligrosos y su eliminación final, el cual ha contribuido a la toma de conciencia a nivel internacional sobre esta problemática.

Los problemas de los desechos peligrosos tienden a ser especialmente graves en países en desarrollo en los que no existen tecnologías para el adecuado tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos generados fundamentalmente en el sector industrial.

Aunque los desechos líquidos de la limpieza de las máquinas se descargan al alcantarillado es de señalar que no existen pozos para agua de consumo en los alrededores de la empresa que pudieran contaminarse con la posible infiltración al terreno de los residuales de la industria. Por tanto, no se procedió con la etapa de la metodología correspondiente a la determinación de las implicaciones del sitio para la salud según lo previsto para estos casos, mas sin embargo dada la necesidad de dar un buen manejo a este tipo de residuos.

Una empresa ha ideado un sistema de impresión litográfica que podría hacer que las 500.000 toneladas de compuestos orgánicos volátiles que este sector emite anualmente a la atmósfera pasen a ser cosa del pasado. Se utiliza una tinta litográfica elaborada exclusivamente con aceites vegetales que se lava de las prensas con una solución acuosa, lo que permite prescindir del uso de solventes emisores de compuestos orgánicos volátiles.

La Agencia de los Estados Unidos para la Protección del Medio Ambiente ha propuesto pautas técnicas de control que limitan la cantidad de compuestos orgánicos volátiles presentes en la disolución acuosa a menos del 30% del peso total. Esta empresa ha introducido el nuevo sistema en más de 50 de sus plantas, y ya ha reducido la emisión de compuestos orgánicos volátiles a menos de la mitad.

4.1.3.4.3 Planta de tratamiento

El agua utilizada por la empresa, procede en su totalidad de la poza que se encuentra dentro de su propiedad. La empresa cuenta con cuatro áreas de producción donde se utiliza agua, dichas áreas son impresión, diseño y desarrollo y pegadoras. El mayor consumo de agua se da en las áreas de impresión y pegadoras, esto es debido a que las maquinas requieren de este elemento para realizar el proceso.

Dentro de los usos para fines domésticos se encuentran las duchas, sanitarios, lavado de uniformes, cafetería. Con un total de trescientos empleados aproximadamente trabajando en tres turnos, una cantidad significativa de agua se utiliza para cubrir este rubro.

Las aguas residuales de tipo especial son acumuladas en un recipiente y después trasladadas a un drenaje para ser descartadas, no existe un horario definido para realizar la descarga, pero generalmente se da en el final de cada turno.

Actualmente no se cuenta con ningún tipo de tratamiento para las aguas residuales de tipo especial, como se ha indicado son acumuladas y posteriormente descartadas hacia el drenaje. Las aguas residuales de tipo ordinario, son descartadas en una fosa séptica y luego son enviadas hacia el alcantarillado público, el cual drena hacia el colector principal del sur, llevando las aguas hacia la cuenca del río Villalobos.

Considerando que la cantidad de agua que utiliza la empresa no supera los 55 galones/día, y que este esta compuesto principalmente por los desechos de los productos químicos empleados en los procesos de producción. Las medidas a tomar deben de ir orientadas a reducir la presencia de estos productos químicos en la descarga, para que el afluente resultante pueda ser tratado por métodos normales que se describirán a continuación.

Construir un tanque, que servirá como planta de tratamiento de aguas residuales, el cual puede tener una capacidad de 250 litros de almacenamiento, aquí se deben de verter los desechos líquidos, los cuales se hacen pasar por un fieltro de malla fina, el tanque funciona como un sedimentador de sólidos y como una trampa de grasas, posteriormente se debe de evaluar un tratamiento biológico para eliminar el color en el agua, como se indica a continuación.

El propósito del fieltro es reducir la concentración de sólidos en suspensión totales, y además de servir como trampa de grasas, debido a que las cantidades de agua que manejan no son muy grandes, es posible que se utilicen este tanque como trampa de grasa.

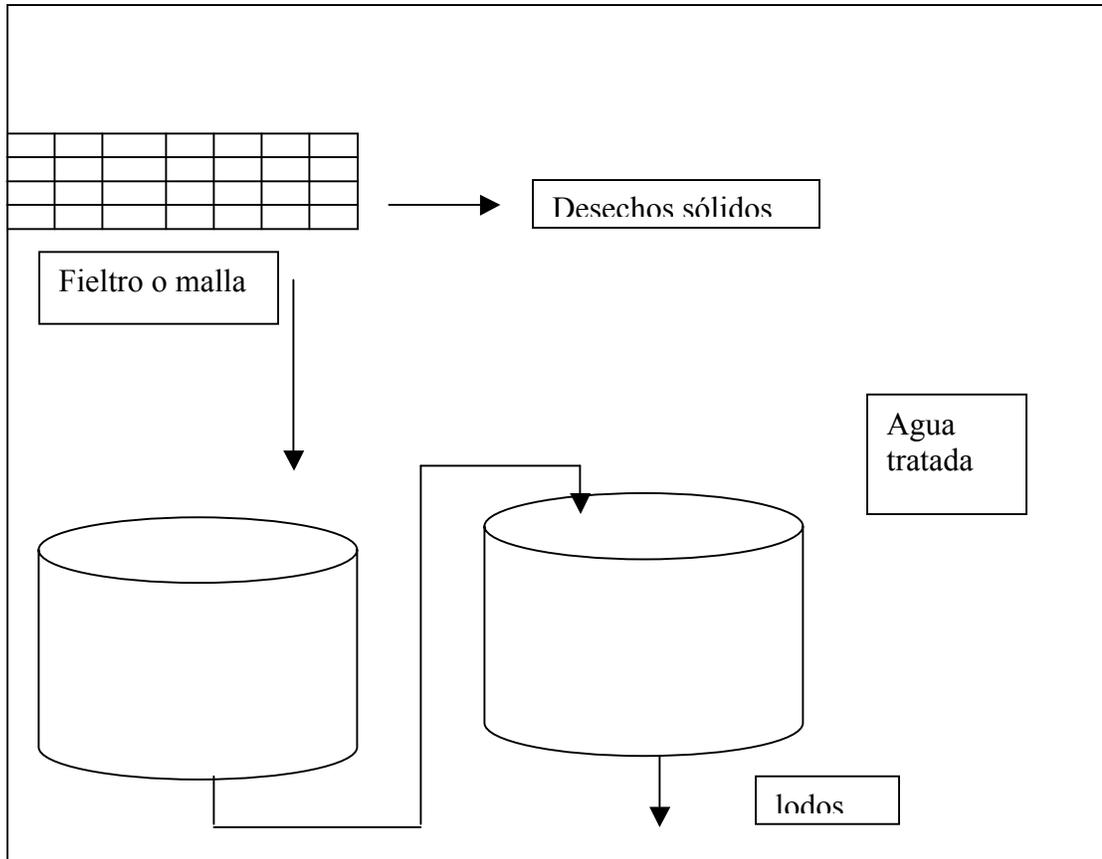
Para realizar este tipo de tanque se recomienda realizar un estudio de velocidades de sedimentación para establecer la cantidad de sólidos que se pueden sedimentar en función del tiempo y poder dejar reposar el agua durante 24 horas. Considerando la cantidad de agua que se maneja al día se podría estimar que la capacidad de sedimentación podría ser de 250 litros, para garantizar un tiempo de retención de por lo menos 24 horas. Este dispositivo debería de reducir la cantidad de sólidos y grasas.

Es importante mencionar que la construcción de este dispositivo estaría sujeto a los resultados obtenidos de la velocidad de sedimentación y de la cantidad de grasa que atrape. Si el tamaño de la partícula presente en el agua es muy pequeño, no se logrará una sedimentación significativa y en ese caso se deberá de optar por agregar algún floculante.

Se recomienda realizar todas las pruebas de laboratorio que sean necesarias a fin de tener todos los parámetros necesarios para el diseño del mismo. Es necesario que las cantidades de lodos generados sean retirados periódicamente del fondo del tanque sedimentador, esto para evitar que se llene y que se pierda el efecto de sedimentación y los lodos se descartados por la válvula de salida del agua.

También es necesario que se retiren las grasas que flotan en la superficie del agua. Los lodos se pueden disponer en los desechos sólidos, previo a una deshidratación y las grasas pueden verificar si se pueden comercializar o reutilizar.

Figura 17. Diagrama de tratamiento de aguas residuales propuesto.



Fuente: elaboración propia

5 SEGUIMIENTO

El seguimiento a todo proyecto a través del control de la productividad y la medición de la eficiencia del equipo es imperativo en todo proyecto, ya que este tipo de evaluaciones da la pauta para saber si el proyecto va en el camino correcto y si existe alguna desviación en referencia a lo planificado se pueda solventar y corregir en un lapso de tiempo corto, evitando con esto pérdida de tiempo y recursos, y lo más importante la desviación del proyecto total, teniendo como consecuencia final la no recuperación de la inversión.

5.1 Control mediante el registro de operaciones

El control estadístico de los procesos utiliza las gráficas de control, las cuales poseen las siguientes aplicaciones básicas: establecer un estado de control estadístico, vigilar un proceso y avisar cuando el proceso se salga de control y determinar la capacidad del proceso. Los pasos para poder realizar una gráfica de control son los siguientes:

1. Preparación: se escoge la variable o atributo a medir, se determina la base, el tamaño y frecuencia de la muestra y se define la gráfica de control.

2. Recolección de datos: se registran los datos, se realizan los cálculos estadísticos y se elabora la gráfica trazando los datos estadísticos.
3. Determinación de los límites de control de prueba: se calculan los límites superior, central e inferior.
4. Análisis e interpretación: se analiza la gráfica para determinar si algún punto de la gráfica se encuentra fuera de control, siendo así se eliminan los puntos fuera de control y se vuelven a calcular los límites de control.
5. Utilización como herramienta para la solución de problemas: se recolectan datos y se realizan las gráficas y dependiendo de la situación fuera de control se toman medidas correctivas.
6. Utilización de las gráficas de control para especificar la capacidad del proceso.

5.1.1 Formato del registro de operaciones

Para poder determinar la calidad del proceso de fabricación, es necesario llevar el control de la calidad a través de un formato que permita controlar con una secuencia lógica las variables que influyen antes y durante el proceso de fabricación de moldes, además este formato tiene que poder ser archivado y de ser necesario consultarlo y dar trazabilidad a cada trabajo.

Figura 18. Formato para verificación de proceso

No.	Variable	Aspecto a verificar	Cumple	No cumple
1	Verificar requerimiento de fabricación	Este requerimiento debe de incluir el nombre del cliente y la fecha de entrega, así como el tipo de proceso que llevará la plegadiza		
2	Verificar diseño digital contra diseño estructural	Esta verificación se realiza con una guía de posición que permite comparar la forma final de la plegadiza		
3	Verificar el tamaño y tipo de madera a utilizar	El operador comprueba en base a la solicitud si es un molde para troquel o para limpieza, y selecciona la madera correcta.		
4	Seleccionar la herramienta adecuada para el proceso de corte	El operador selecciona la herramienta a utilizar en el proceso de corte.		

Fuente: fabricación propia

5.1.2 Formato de índices de productividad

Todo proceso productivo debe de ser sujeto a medición, y evaluar con esto los resultados en un tiempo determinado, con la finalidad de fijarse metas de productividad, calidad, etc. Y con esto poder determinar también las deficiencias del departamento.

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos, y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar: el rendimiento de las fábricas, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados, en términos de empleados es sinónimo de rendimiento.

En un enfoque sistemático se dice que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad de recursos (insumos) en un período de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas, no así con el recurso humano o los trabajadores.

La productividad es importante para el cumplimiento de cualquier meta puesto que ayuda a organizar de manera eficiente los recursos que se tenga. Entre los principales beneficios que proporciona la productividad están: En que a mayor productividad, por lo general, se traduce en ingresos reales más altos para los empleados. Mayor productividad respecto a los recursos humanos significa mayores ganancias.

Reducir el precio de venta de un producto o servicio sin sacrificar el margen de utilidad actual. Aumentar el margen de utilidad sin reducir el precio de venta. Posicionarse de mejor manera en el mercado que comparte el producto.

El EGP posiblemente es el indicador más importante para conocer el grado de competitividad de un departamento o una planta industrial. La forma de calcular el EGP y el significado de cada factor se muestran a continuación. El EGP está compuesto por los siguientes tres factores:

- **Disponibilidad:** mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas, en otras palabras mide cuanto tiempo del tiempo total disponible se está utilizando la maquinaria.

El tiempo de operación es el tiempo en el cual el equipo está en operación, sin incluir los tiempos para comidas y reuniones del personal. El tiempo total es el tiempo de operación del equipo, el tiempo de mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo, demoras, ajustes y tiempos muertos. El tiempo de mantenimiento preventivo es el tiempo que dura la realización de dicho mantenimiento, y tiempos de lubricación y limpieza del equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{Tiempo total}(\text{operación} + \text{ajustes}) - \text{Tiempo manto preventivo}}$$

- **Desempeño:** mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo debido al no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño, en otras palabras, mide la brecha entre la velocidad máxima determinada por el fabricante y la velocidad a la cual se está operando actualmente.

La velocidad de operación real es la velocidad promedio a la cual se está operando el equipo. La velocidad de operación de diseño es la velocidad para la cual el equipo está diseñado y es un dato proporcionado por el fabricante.

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Velocidad de operación real}}{\text{Velocidad de operación de diseño}}$$

- **Calidad:** este índice representa el porcentaje de pérdida para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o reprocesar.

Cantidad Procesada

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad de Defectuosos}}{\text{Cantidad procesada}}$$

El cálculo del EGP se obtiene multiplicando los tres términos anteriores expresados como un porcentaje.

$$\text{EGP} = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}$$

Este índice es fundamental para la evaluación del estado general de los equipos, máquinas y plantas industriales. Sirve como medida para observar si las acciones del TPM tienen impacto en los resultados del departamento, por lo cual se recomienda su utilización en el departamento, realizando cálculos mensuales, a fin de comparar mes a mes la evolución de este índice y darle seguimiento a lo largo del tiempo.

Tabla XII. Registro para control de operaciones y cálculo de EGP

	ACTIVIDAD DÍA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	HORA 7	HORA 8	HORA 9	HORA 10	HORA 11	HORA 12	TOTAL
1	TIEMPO DISPONIBLE DE OPERACIÓN (minutos)= TDO	60	60	60	30	60	60	60	30	60	60	60	60	660
2	INSPECCIÓN Y AJUSTES	5	5	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	70
3	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	35
	PARADAS NO PROGRAMADAS	5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	20	45
4	TIEMPO DE OPERACIÓN	35	55	50	20	35	55	55	25	55	55	55	15	510
	DISPONIBILIDAD	Tiempo de operación/(tiempo de operación+ajustes)-(limpieza y mantenimiento)= $510/(510+70)-35 = 0.93$ significa 93% de productividad												
4	UNIDADES PRODUCIDAS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	DESEMPEÑO	Velocidad de operación real / velocidad de operación de diseño = $0.11 / 0.20 = 0.58$, esto significa 58 % de desempeño												
4	UNIDADES DEFECTUOSAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CALIDAD	Unidades procesadas – unidades defectuosas / unidades procesadas = 100%												
	EGP	DISPONIBILIDAD x DESEMPEÑO x CALIDAD = $0.93 \times 0.58 \times 1 = 0.53$, 53 %												

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Estándares de calidad

El aseguramiento de la calidad de una empresa se dirige a tomar acciones responsables que ofrezcan a los consumidores, productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y preferencias de los mismos. El aseguramiento de calidad, se refiere a una forma de actividad donde se llevan a cabo mediciones e inspecciones de acuerdo a una norma estándar de calidad.

Durante la Edad Media, en Europa, a los artesanos se les proporcionaba capacitación a través de los gremios artesanales formados por maestros, oficiales y aprendices. El aseguramiento de la calidad era informal ya que las personas que producían el producto final reunían su mayor esfuerzo para lograr un producto de calidad.

A principios del siglo XX la obra de Frederick W. Taylor resultó ser una nueva filosofía de producción, ya que en ella se separaba la función de planeación y ejecución. A los administradores se les encomendó la planeación, a los trabajadores y supervisores la ejecución, dividiendo el trabajo en tareas específicas y enfocándose en el incremento de la eficiencia, el aseguramiento de la calidad quedó como responsabilidad de los inspectores; la inspección fue el medio principal para el control de calidad para que los fabricantes pudieran ofrecer productos de buena calidad.

Después de la Segunda Guerra Mundial, a principios de los años 40 la escasez de bienes hizo que la producción fuera una prioridad en estados Unidos; la administración de las empresas mostraba poco interés en mejorar la calidad y se apoyaban en la inspección masiva, en ese tiempo con la ayuda de Japón dos asesores estaunidenses introdujeron técnicas de control estadístico de la calidad entre los japoneses, en donde además se integro el concepto de calidad en toda organización y desarrollaron una cultura de mejora continua.

La revolución de la calidad se dio en la década de los 80 en donde ocurrieron cambios notables, ya que los consumidores, industria y gobierno obtuvieron mayor conciencia respecto a la calidad.

Ahora los consumidores se disponen a comparar, evaluar y seleccionar productos con valor total: calidad, precio y capacidad de servicio. Actualmente la administración y control de calidad se reconoce como los cimientos de la competitividad en los negocios y se integra en todas las prácticas comerciales.

Las herramientas principales para la solución de problemas y mejora de la calidad en la administración de procesos son: diagramas de flujo, diagramas de tiempo, diagramas de control, hojas de verificación, diagramas de Pareto e histogramas, diagramas de causa y efecto, diagramas de dispersión.

a. Diagramas de flujo

Se debe definir claramente y determinar el funcionamiento de los procesos para detectar cualquier variación que pueda causar fallas, y así eliminar inconsistencias dentro del proceso, también permiten detectar y definir problemas futuros, al desarrollar un diagrama de flujo del proceso ayuda a comprender las condiciones externas que causan insatisfacción en el trabajo.

Para elaborar un diagrama de flujo del proceso es necesario que todo el personal involucrado lo realice y analice cada paso para la identificación de problemas y solución de conflictos en áreas de calidad o productividad.

b. Diagramas de tiempo y diagramas de control

En el área de producción de una empresa es necesario que se lleve un control a todas las actividades que se realizan, el control es una actividad constante que requiere la toma de mediciones en determinados períodos. Al realizar este tipo de diagramas mediante una imagen visual se puede determinar en que momento el proceso se sale de control y se contribuye a mejorar la comunicación entre el personal, así como proveedores y clientes.

c. Hoja de verificación

Las hojas de verificación son formularios simples que se utilizan para recopilar datos, es utilizada para recopilar información de componentes defectuosos útil para la solución de problemas, cualquier tipo de formulario debe de contener registros o datos que se interpreten de manera inmediata y que sea fácil de llenar por los empleados.

d. Histogramas

El histograma representa gráficamente las variaciones de un conjunto de datos de un determinado proceso, los histogramas dan pistas sobre características de una población y muestran la frecuencia o cantidad de observaciones con algún valor general. El patrón típico en forma de campana simétrica es la forma más común de variaciones en los resultados de un proceso.

e. Diagrama de Pareto

La distribución de Pareto es aquella en la que las características observadas se ordenan de la más alta frecuencia (mayor cantidad de características) a la de menor frecuencia, se calcula el porcentaje total y se grafica una curva con la frecuencia acumulada sumando los porcentajes totales.

El diagrama de Pareto se usa para analizar los datos o registros obtenidos de las hojas de verificación, en él se incluye el dibujo de una curva de frecuencia acumulada, la cual revela la magnitud relativa de los defectos e identifica diversos puntos de mejora.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a las necesidades del mercado de tener plegadizas que funcionen en líneas de producción automatizadas, y puedan correr producciones con bajos niveles de desperdicio y alta eficiencia, es necesario contar con un equipo de fabricación de moldes de troquel que garantice productos de alta calidad que cumplan con requerimientos específicos de calidad y precisión.
2. de acuerdo a la investigación realizada se puede determinar que el equipo recomendado para fabricar moldes de troquel de alta calidad y precisión, es el *router* marca *Pacer*, el cual consta con la tecnología necesaria para cumplir con los requerimientos actuales del mercado.
3. Mediante el análisis de condición actual, se pudo determinar que el proceso de fabricación está en una condición de alto riesgo, considerando el estado deteriorado del equipo y la falta de soporte técnico y repuestos que el mismo posee, adicional a esto el tiempo de respuesta para la fabricación de moldes de troquel está muy por encima de lo que el mercado requiere actualmente, colocando al departamento en una condición de cuello de botella por no cumplir con los requerimientos de fabricación.

4. El principal beneficio con que se cuenta al trabajar con un equipo de fabricación automatizado es la velocidad de respuesta, y si a este se le suma la calidad y precisión del producto terminado, se puede contar con un taller que cumpla con estándares solicitados por el mercado actual, así como una herramienta mercadológica para promocionar la empresa y obtener más clientes que buscan que su producto se fabrique bajo altos estándares de calidad y precisión.

5. La información recopilada sobre el equipo calador *Pacer*, indica que posee requerimientos poco complejos de instalación, reduciéndose a necesidades eléctricas, neumáticas y de infraestructura, con las que la empresa cuenta actualmente, por lo que el tiempo y costo de instalación son relativamente bajos.

6. Mediante el análisis financiero evidenció que el proyecto es rentable y viable para la empresa, de acuerdo a los datos obtenidos del estudio de valor presente neto y beneficio costo.

7. Al adquirir el equipo calador *Pacer*, este cuenta con un plan de capacitación impartido por el fabricante, el cual garantiza tener equipo humano en condiciones de operar con eficiencia, calidad y seguridad, evitando daños al equipo o a las personas que lo operan.

8. De acuerdo al plan de capacitación se estableció el nuevo perfil de puestos, definiendo los requerimientos con los que debe de contar el personal que tendrá a su cargo el equipo, así como las funciones con las que deberá de cumplir.

RECOMENDACIONES

1. Seleccionar al personal que operará el equipo con anticipación para que no existan atrasos, y darle inducción en los procesos de troquelado y fabricación de moldes.
2. Realizar los contactos necesarios para tener materia prima disponible, antes de instalar el equipo, y no correr riesgos de atraso en la entrega de materiales.
3. Seleccionar trabajos con alto grado de dificultad para capacitar al personal en la utilización del equipo.
4. Considerar un espacio en la bodega de materia prima que cumpla con características adecuadas para almacenamiento de madera, ya que esta tiene que almacenarse en un lugar plano y seco.
5. Dado que la capacitación del personal se lleva a cabo luego de instalar el equipo, hay que tener en cuenta que todos los elementos previos de la instalación tanto eléctricos como neumáticos deben de estar listos, con la finalidad de no retrasarla y por consiguiente retrasar y acortar el tiempo de capacitación.

6. Es recomendable evaluar al personal que tiene a su cargo la elaboración de moldes, con la finalidad de capacitarlos en aspectos que mejoren su competencia para utilizar el equipo, y con esto aprovechar la experiencia con la que se cuenta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marks. 1982. **Manual del ingeniero mecánico**, 2da edición en español volumen1, México. Harla.
2. Steve, Krar, Albert Check. 2003. **Tecnología de las máquinas herramientas**, Editorial Alfaomega. Quinta edición
3. H. Amstead. Ph. F. Ostwald. M.L. Begeman. 1999. **Procesos de Manufactura Versión SI.B**. Editorial Continental S.A. México
4. Hellriegel, Jackson, Slocum, **Administración un enfoque basado en competencias**. 9na. edición. Thomson Learning.
5. Gary Dessler, **Administración de Personal**. 6ta. edición México, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.
6. Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, **Programa de Desarrollo del TPM: Implantación del mantenimiento productivo total**. en Español, España: Tecnología de Gerencia y Producción, S.A. 1991.
7. Avallone, Eugener A. Y. Theodore Baumeister III. **Manual del Ingeniero mecánico**. 9na. edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 1995
8. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo**. México: Editorial Mc Graw Hill, 1998.
9. Koenig, Daniel T. **Productividad y Optimización Ingeniería de Manufactura**. 2da. Ed. México: Editorial Marcombo, S.A. 1990.

10. Oscar Lucas Penagos, Instalación y aplicación de Anclajes Mecánicos y Epóxidos de Inyección. Trabajo de graduación Ing. Civil Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1999

ANEXOS

Proceso Productivo

La palabra proceso o la frase sistema operativo, son términos utilizados para identificar cualquier parte de una organización que toma insumos y los transforma en resultados o productos de mayor valor para la organización que los insumos originales. El resultado que se obtiene de un proceso puede ser un producto tangible o un servicio que se brinda. Un proceso toma insumos y los procesa mediante una serie de operaciones cuya secuencia y número se especifican para cada caso.

Las operaciones pueden ser una sola hasta muchas, y pueden asumir cualquier característica que se desee, ya sea mecánica, química, de ensamblado, de inspección y control, de recepción, de despacho, etc. Teniendo como base la definición de lo que es un proceso o sistema operativo, se tratan a continuación las características más importantes del proceso como son capacidad, eficiencia, eficacia, calidad y flexibilidad.

Capacidad el término capacidad se define generalmente como la tasa máxima disponible de producción o de conversión por unidad de tiempo. Un error común al definir la capacidad, consiste en ignorar la dimensión del tiempo, y confundirla también con el volumen, ya que este último es la tasa

real de producción durante una unidad de tiempo, mientras que la capacidad es la tasa máxima de producción.

Una vez que la capacidad se ha definido correctamente, quedan aún dos problemas importantes de medición: primero, debe especificarse una unidad agregada de capacidad. En aquellos casos en los que existe un solo producto o existen unos cuantos productos homogéneos, la medida agregada se define fácilmente como una cantidad de productos generados por unidad de tiempo.

Sin embargo, cuando se producen una combinación compleja de productos en la misma instalación, es mucho más difícil medir la capacidad. Una segunda consideración que se debe tomar en cuenta es saber distinguir entre lo que es capacidad máxima teórica de un proceso y lo que es capacidad efectiva.

La primera se refiere al mayor resultado que se puede generar un proceso bajo condiciones ideales y se da solamente por un periodo corto el tiempo. La capacidad efectiva se refiere a la tasa máxima de producción posible bajo políticas de operación normales. La capacidad efectiva considera una jornada normal de trabajo sin incluir tiempo extra, eficiencia normal del personal y equipo, y tiempos muertos por razones de mantenimiento.

Eficiencia y eficacia

La eficiencia se refiere a la relación entre la producción y los insumos, la eficiencia de un proceso es, de manera típica, una relación ente

la generación total de productos o servicios y los insumos en materiales, capital o mano de obra.

$$\text{Eficiencia \%} = \frac{\text{producción} * 100\%}{\text{Insumos}}$$

Una utilización eficiente de los recursos permitiría lograr una mayor producción con la misma cantidad de insumos. Esta mayor eficiencia se lograría a través de un uso más racional de la materia prima, eliminando desperdicios, una mejor utilización de la mano de obra, estableciendo métodos de trabajo y estándares de tiempo adecuados, el diseño del proceso, la distribución de planta, y otros factores relacionados.

La eficacia es una medida que compara el resultado real contra el resultado planeado. El determinar la eficacia requiere que se establezca un plan estándar antes que el proceso comience a producir resultados. A menudo, los conceptos de eficiencia y eficacia se confunden. Según estas definiciones, para determinar la eficiencia es necesario medir exactamente los insumos utilizados y los resultados obtenidos para ver el grado de eficiencia logrado. La eficiencia es un concepto más gerencial ya que implica la fijación de metas y la medición de ejecutoria relativa a estas metas.

Calidad

El proceso de conversión se opera para tener como resultado un producto que cumpla con ciertas características específicas. Las

características importantes del producto quedan establecidas en el momento se diseña y se conocen como especificaciones de diseño.

Estas características pueden ser mezcla de materiales a utilizar y sus especificaciones, dimensiones, tolerancias, dureza, fuerza, tamaño, peso, etc., que deberá tener el producto y que se determinan por los objetivos específicos del mercado en que sirve la organización.

La calidad del producto es el grado en el cual el producto cumple con las especificaciones del diseño dadas por el mercado o por el cliente que desea el producto. Las políticas básicas relativas a la calidad son fijadas por los niveles superiores de la empresa porque están íntimamente relacionadas con las decisiones más importantes relativas al objetivo, la dirección y el enfoque de la empresa.

Las políticas de calidad se basan necesariamente en evaluación de mercados. Existe una influencia recíproca entre lo que se puede especificar, lo que se puede producir y el costo de producción. Los niveles de calidad afectarán el costo de producción y la inversión necesaria en la planta para cumplir los requerimientos. De los objetivos de la empresa dependerá los niveles de calidad que se fijen al producto y estas consideraciones pueden determinar el sector de un mercado al que se dirija una empresa.

Flexibilidad

La flexibilidad se refiere a la capacidad que existe en las operaciones para adaptarse a un cambio en el diseño del producto o del volumen de producción. La flexibilidad puede medirse por la cantidad de tiempo que se

requiera un proceso para hacer frente a cambios en el volumen de producción y a la introducción de nuevos productos.

La flexibilidad puede asegurarse utilizando equipo y personal que puedan adaptarse rápidamente a los nuevos requerimientos. Una operación flexible probablemente operará a una tasa menor a la de la capacidad total, de modo que los incrementos en la demanda puedan satisfacerse rápidamente. También se debe tener equipo y fuerza de trabajo que puedan cambiarse fácilmente para introducir nuevos productos.

El grado de flexibilidad que tenga un proceso afectará directamente el costo del mismo. La administración efectiva del proceso de producción, en conjunto con las políticas y objetivos de una empresa, determinará en gran medida la habilidad de esta para competir en el mercado al cual se orienta.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia>

