

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA AL PROCESO DE TROQUELADO DE CAJAS DE
CARTÓN MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN TROQUEL PLANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR

BYRON HAROLDO CASTRO CASTRO

ASESORADO POR ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAI COLOMA

GUATEMALA, ENERO DEL 2004

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

Mejora al proceso de troquelado de cajas de cartón mediante la
instalación de un troquel plano

Presentado por: Byron Haroldo Castro Castro
Asesorado por: Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MEJORA AL PROCESO DE TROQUELADO DE CAJAS DE CARTÓN
MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN TROQUEL PLANO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA**

POR

BYRON HAROLDO CASTRO CASTRO

ASESORADO POR ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAI COLOMA

AL CONFERÍERSELE EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO
INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON
VOCAL I	ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS
VOCAL II	LIC. AMAHÁN SÁNCHEZ ÁLVAREZ
VOCAL III	ING. JULIO DAVID GALICIA CELADA
VOCAL IV	BR. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ
VOCAL V	BR. ELISA YAZMINDA VIDES LEIVA
SECRETARIO	ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO

TIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. SYDNEY ALEXANDAR SAMUELS MILSON
EXAMINADORA	INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO
EXAMINADORA	INGA. MIRIAM PATRICIA RUBIO DE AKU
EXAMINADORA	ING. JULIO CÉSAR MOLINA ZALDAÑA
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:

MEJORA AL PROCESO DE TROQUELADO DE CAJAS DE CARTÓN
MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN TROQUEL PLANO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha mayo del 2003 .

Byron Haroldo Castro Castro

ACTO QUE DEDICO

Al Dios Padre y al Hijo	Toda la honra y gloria , por las maravillas que obran en la Fe.
Mis Padres	Victor y Gilma, por el amor y dedicación que me brindan, y sin ellos no me fuese posible la realización de este anhelo.
Mis Abuelos	Josefa , Berta, Q. E .P Oscar . Por la dedicación brindada en mi infancia.
Mis tíos	Forjadores que me guían en la vida
A mi familia	Por el apoyo y palabras de ánimo, Exhortando a los más jóvenes para que se tracen metas y se esfuercen al máximo para alcanzarlas.
En especial Q.E.P Oscar Haroldo Castro Cruz	Tío que extrañaré siempre, por ser gran consejero, amigo y guía . Por su inmeso amor, Dios lo tenga en su gloria.

AGRADECIMIENTOS A

Dios Padre y al Hijo

Camino a seguir, por tener la dicha de su misericordia y amor.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Casa formadora, que me dio la Oportunidad de forjarme a nivel Profesional.

Facultad de Ingeniería

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

Mi asesor

Ing. Carlos Aníbal Chicojay , 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.....	V
GLOSARIO.....	VIII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. GENERALIDADES	
1.1 Tipos de máquina para troquelar.....	1
1.2 Moldes de troquel.....	3
1.2.1 Corchos absorbe presión.....	3
1.2.2 Flejes para moldes.....	4
1.2.3 Matrices de contra moldes.....	7
1.3 Moldes de separación	10
1.4 Las operaciones en troqueles.....	11
1.4.1 El troquelado.....	11
1.4.2 El realzado.....	12
1.4.3 El estampado.....	13
1.5 La operación de separación de cajas.....	14
2. SITUACIÓN ACTUAL	
2.1 Descripción de la máquina.....	15
2.2 Guía para la preparación de un trabajo.....	18
2.2.1 Preparación para el paso de pliegos.....	18

2.2.2 Preparación del alimentador del troquel.....	20
2.2.3 Preparación de la estación de troquelado.....	21
2.3 Diagrama de operaciones actual.....	24
2.4 Inconvenientes comunes al troquelar en un cilindro.....	26
2.5 Capacidad de producción.....	26
2.5.1 Determinación del tiempo de preparación.....	27
2.5.2 Determinación de la velocidad de operación.....	28
3. SITUACIÓN PROPUESTA	
3.1 Descripción del troquel plano.....	31
3.1.1 Potencia eléctrica requerida.....	32
3.1.2 Especificaciones del material de trabajo.....	32
3.2 Plano del cimientó y de la máquina.....	34
3.3 Montaje de la máquina.....	35
3.3.1 Consideraciones en el montaje.....	35
3.3.2 Características a tomar en cuenta para elegir anclajes.....	35
3.3.3 Formas de fallas en las fijaciones.....	37
3.3.4 Tipos de anclajes mecánicos	40
3.3.5 Cálculo de anclajes para fijación de la máquina.....	42
3.4 Capacidad de producción.....	54
3.4.1 Diagrama de operaciones propuesto.....	54
3.4.2 Determinación de la velocidad real de operación.....	56
3.4.3 Índices de productividad.....	58
4. IMPLEMENTACIÓN	
4.1 Guía para la preparación de trabajos en un troquel plano.....	61
4.1.1 Preparación para el alimentador.....	61
4.1.2 Preparación de mesa marcadora.....	62
4.1.3 Preparación de la mesa receptora.....	62

4.1.4 Preparación de la estación de troquelado.....	63
4.2 Guía para el arreglo de separación.....	65
4.3 Guía para la operación.....	67
4.3.1 Pasos para el arranque y puesta en marcha.....	67
4.3.2 Manipulación en estación de limpieza.....	68
4.3.3 Instrucciones de uso para el alimentador.....	69
4.3.4 Panel de indicadores.....	72
4.4 Accesorios para el troquel plano.....	74
4.4.1 Moldes para troquel plano.....	74
4.4.2 Planchas para contra molde.....	75
4.5 Factores a tomar en cuenta en el troquelado.....	76
4.5.1 Resistencia al roce.....	76
4.5.2 Guía de verificación.....	76
4.5.3 Registro de troquel.....	77
4.5.4 Los reventones.....	77
5. SEGUIMIENTO	
5.1 Control mediante el registro de operaciones.....	79
5.1.1 Formato de registro de operaciones.....	80
5.1.2 Registro del índice de productividad.....	81
5.2 Gráficos de la representación de la velocidad y tiempo de arreglo.	82
5.3 Análisis en la operación de separación de cajas.....	83
5.4 Actividades de mantenimiento preventivo del troquel plano.....	84
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Cilindro troquelador	1
2	Troquel automático plano	2
3	Molde con suajes	6
4	Las partes de una matriz	8
5	Dispositivo de preapilado y apilado	16
6	Representación de velocidad promedio del cilindro troquelador	28
7	Esquema de motores y accesorios de troquel	33
8	Plano del cimientado y máquina troqueladora	34
9	Forma de fractura a tensión de anclajes	37
10	Representación de salida de un anclaje	37
11	Rompimiento de un anclaje	38
12	Falla del concreto debido a fuerzas de corte	38
13	Falla por corte de un anclaje	39
14	Anclaje de auto excavado	40
15	Anclajes de par controlado	40
16	Anclaje HKD	41
17	Esquema de las placas a fijar de la parte trasera de la máquina	43
18	Esquema de las placas a fijar de la parte delantera de la máquina	48
19	Barra con pines para limpieza	66
20	Esquema del panel de control de la estación de limpieza	68
21	Panel de control del alimentador	69
22	Vista del alimentador y pila en espera para alimentar	71
23	Panel de indicadores	73
24	Dimensiones de molde	74
25	Representación de una plancha de contra molde	75

26	Aparato para pruebas de desprendimiento	76
27	Formato para controlar operaciones	81
28	Gráficas de tiempo de operación y preparación	83
29	Mecanismos del alimentador del troquel	86
30	Cabezal alimentador	87
31	Cuerpo de la máquina troqueladora	88

TABLAS

I	Altura de flejes de hendir	5
II	Parámetros en la selección de matrices	9
III	Especificaciones técnicas del cilindro troquelador	18
IV	Resumen del diagrama de flujo de operaciones	25
V	Descripción del tiempo de las actividades de preparación	27
VI	Especificaciones técnicas del troquel plano	31
VII	Descripción del equipo del troquel plano	32
VIII	Especificaciones de trabajo del troquel	32
IX	Resistencia recomendada para un anclaje aislado	42
X	Resistencia de diseño por arranque	43
XI	Resistencia del hormigón en morteros con 28 días de fraguado	44
XII	Fuerza de resistencia de diseño por rotura del hormigón	45
XIII	Influencia de separación entre anclajes	45
XIV	Fuerza de rotura del acero de un anclaje	46
XV	Resistencia recomendada por un anclaje	48
XVI	Resistencia de diseño por arranque	49
XVII	Resistencia del hormigón en morteros con 28 días de fraguado	49
XVIII	Fuerza de resistencia de diseño por rotura del hormigón	50
XIX	Influencia de separación entre anclajes	51
XX	Fuerza de rotura del acero de un anclaje	52
XXI	Resumen del diagrama de flujo de operaciones propuesto	55
XXII	Velocidad y condiciones de productos troquelados	56
XXIII	Estimación de la producción que se deja percibir	58

GLOSARIO

<i>Bastidor</i>	Marco de metal que sirve de soporte para moldes de limpieza el cual es accionado para subir y bajar.
<i>Contra molde</i>	Plancha metálica compuesta por las tiras de hendido que forman las sisas
<i>Calar</i>	Acción de hacer canales de inserción para los suajes con una máquina caladora.
<i>Embalaje</i>	Caja de cartón flexible que se utiliza para empacar materiales
<i>Fleje</i>	Elementos metálicos para elaborar moldes de troquel, pueden ser de corte, hendido y discontinuo
<i>Foil</i>	Material que mediante la aplicación de calor se adhiere a la superficie proporcionando brillo.
<i>Grabados</i>	Piezas de zinc que tienen formas exactas a las gráficas impresas, éstos se utilizan para realzar o estampar.
<i>Hendido</i>	Canales en relieve que permiten el dobléz de las aristas de los empaques.

<i>Hormigón</i>	Nombre que se le da al concreto
<i>Limpiar cajas</i>	Es la operación de separar el desperdicio imputable al proceso, con un martillo.
<i>Martillo de Peña</i>	Herramienta que se utiliza para separar los embalajes troquelados .
<i>Matrices</i>	Canales dotados de una determinada profundidad que realizan las sisas de doblez.
<i>Muescas</i>	Uniones que se la hacen a los embalajes para permitir la continuidad en el troquelado.
<i>Molde</i>	Elemento de madera constituido por suajes que determinan la forma del embalaje.
<i>Ondulado</i>	Imperfecciones que hacen que el cartón pierda su forma plana.
<i>Pie palpador</i>	Mecanismo del alimentador con que se gradúa la altura para succionar el cartón
<i>Pinza</i>	Barra con galgas que se abren y cierran para transportar pliegos en el troquel
<i>Platina</i>	Base de la máquina troqueladora donde se instala el molde y el contra molde para ejercer presión.

<i>Pleca</i>	Elemento de metal que forma los moldes de troquel.
<i>Rama</i>	Sección rectangular de medidas específicas donde se instala el molde de troquel.
<i>Separación de Anclajes</i>	Influencia que está determinada por la distancia que abarca la línea de acción del anclaje.
<i>Suaje</i>	Es la forma en que también es conocido un molde de troquel.
<i>Tope frontal</i>	Elementos metálicos del troquel donde el pliego se estaciona para ser registrado.

RESUMEN

La mejora de las empresas por medio de la adquisición de maquinaria que proporcione ventajas al método de trabajo, es de vital importancia para mantenerse en el mercado. En la fabricación de empaques de cartón, la formación del mismo la proporcionan los cortes y dobleces que se le apliquen al material base es decir el cartón, la forma de hacer dichos elementos varía de acuerdo con el tipo de máquina que se utiliza ya que puede ser una presión en rotación y presión plana.

Los tipos principales de máquinas para troquelar son los cilindros troqueladores y los troqueles automáticos planos, cabe resaltar que un troquel plano posee ventajas sobre el cilindro en lo que respecta a mayor velocidad de operación, eficiencia y simplificación de los procesos posteriores al troquelado. Si bien, el tiempo de preparación en un troquel plano puede ser mayor, esto se debe a la incorporación de una estación de limpieza que elimina desperdicio en forma automática.

Para la fijación de la maquinaria se utilizaron anclajes mecánicos de par de apriete controlado, y , se generó un plano que permita visualizar el dimensionamiento y los puntos de fijación. Para fijar la máquina se tomó en cuenta el material base, es decir, el del cemento y se incorporó el análisis de las fallas que podrían presentar los anclajes siendo éstas: rompimiento del hormigón, fractura debido a la tracción y la rotura del material de los cuales están hechos los anclajes.

Para la manipulación de la máquina se debe tomar en cuenta que hay guía para la preparación, para la operación y, finalmente, para el arranque, tomando en cuenta para este último los indicadores.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar un estudio para mejorar el proceso de troquelado de cajas de cartón, mediante la instalación de un troquel plano.

ESPECÍFICOS

1. Describir los tipos de maquinaria que pueden utilizarse para troquelar pliegos de cartón.
2. Analizar la forma en que una máquina troqueladora plana se puede fijar en el área de trabajo.
3. Determinar los beneficios que proporciona la utilización de una máquina troqueladora plana, en comparación con un cilindro troquelador.
4. Implementar el uso y operación de la máquina para garantizar una correcta utilización de la misma.

INTRODUCCIÓN

Para la mejora en los procesos industriales es importante actualizarse, mediante la utilización de maquinaria, que se pueda desenvolver en condiciones de alto rendimiento, para satisfacer la necesidad de mejoras a la producción.

Este es el caso del proceso de troquelado de cartón flexible para cajas de empaque, en el cual se ha optado por una mejora a través de la instalación de una máquina troqueladora plana. En este contenido se expondrá de igual manera la implementación de dicha máquina y las ventajas que pueda representar en comparación con el proceso de troquelar en máquinas cilíndricas.

En el presente trabajo se describe la máquina a utilizar, y , la forma en que se pondrá en operación, incluyendo la manera en que debe realizarse la preparación para el inicio de los trabajos.

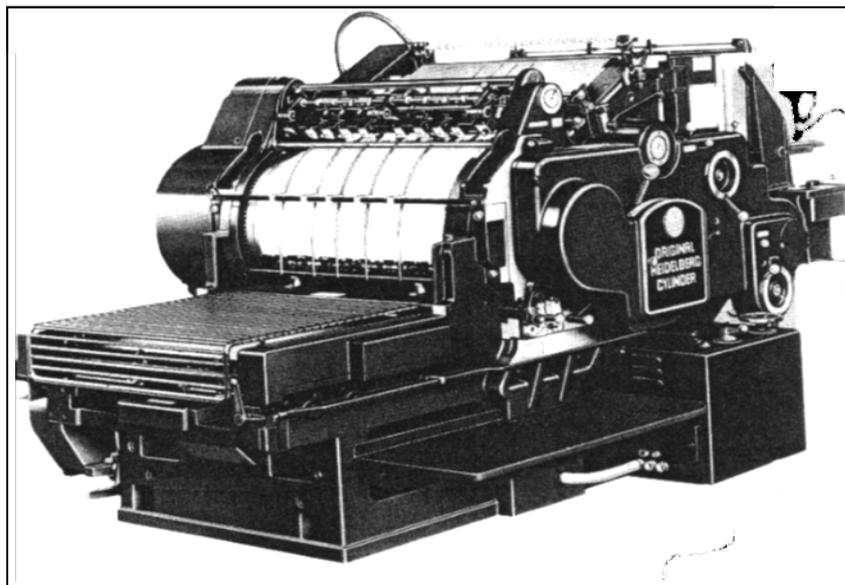
Se formularán medidas cuantitativas y actividades que puedan ir en mejora de la productividad, con la nueva máquina.

1. GENERALIDADES

1.1 Tipos de máquina para troquelar

Las máquinas troqueladoras automáticas más comunes en la industria de empaques se dividen, principalmente, en : troqueladoras cilíndricas automáticas y troqueladoras planas automáticas. Estas máquinas tienen como función el acabado de los pliegos impresos, en operaciones tales como troquelado y realzado, tienen como fin, el mismo; la variante que presentan es la forma en que puedan operarse y los accesorios que necesiten para realizar las operaciones. También presentan variantes en la forma , tamaño y condiciones para operar.

Figura 1 : Cilindro troquelador

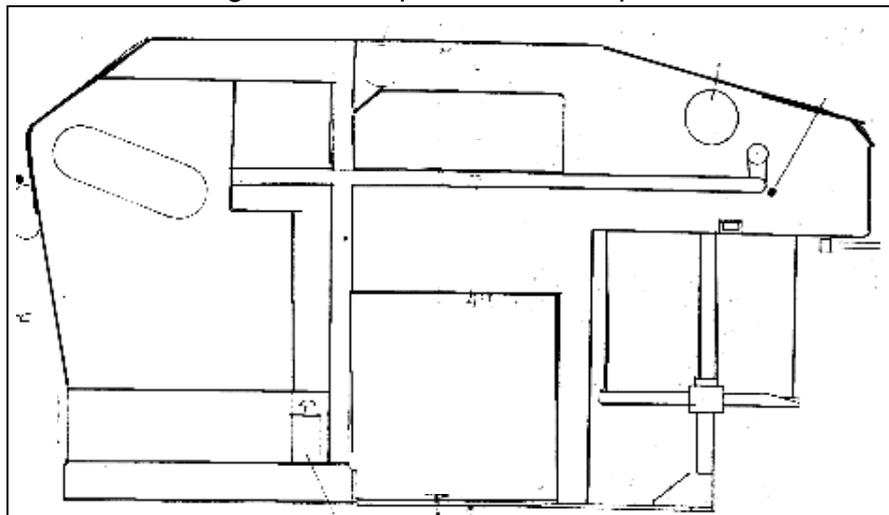


Fuente: Manual Heidelberg Druckmaschinen. Pág. 121

Esta máquina puede manejar toda clase de cartón, a simple vista puede confundirse con un cilindro impresor ya que es la misma estructura externa, lo que varía únicamente es la omisión del mecanismo de entintaje.

Troqueles planos automáticos a diferencia de un cilindro troquelador, un troquel plano es aquel cuya unidad de troquel para ejercer presión realiza movimientos de arriba hacia abajo sobre un elemento base el cual se llama platina, aquí no existe el cilindro de presión sino que los pliegos de cartón pasan en forma horizontal a la estación de troquelado y, allí, se les efectúa presión para hacer los cortes y los hendidos para dobleces.

Figura 2 : Troquel automático plano



Fuente: Manual técnico

Este tipo de máquina es más grande en su estructura debido a ello presenta ventajas que se explicarán en capítulos posteriores, respecto de los cilindros troqueladores.

1.2 Moldes 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.

1.2.1 Corchos absorbe presión

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, podemos 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.

1.2.2 Flejes para moldes

Las placas para moldes son laminillas de acero templado, encargadas de realizar los cortes, líneas de dobléz y cortes de perforado. Las placas también se conocen como flejes, existen varios criterios respecto a la calidad de las placas 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 placas deben ser de buena calidad, tanto las de corte como las de hendido o sisa.

Existen diferentes tipos de placas de acuerdo con el grosor y la altura, la placa 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 placas, 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 placas de sisa a usar, dependiendo del calibre del material.

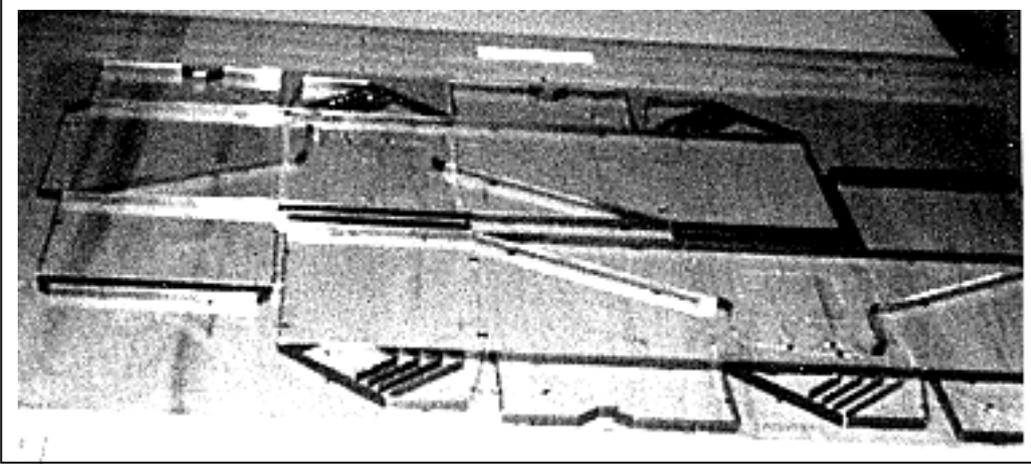
Tabla I : Altura de flejes de hendir de acuerdo con el grosor de cartón

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
0.6096 mm	23.1394 mm

Otro tipo de plecas que existe es el de perforado, éste tiene como función, primero, ser colocado 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.

Figura 3: suaje



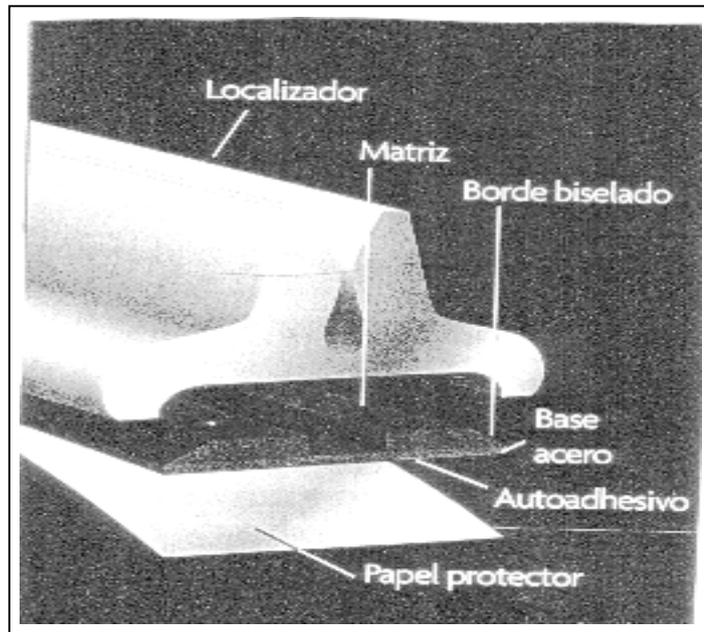
Fuente: Investigación de campo

1.2.3 Matrices de contra molde

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 4: 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 II : 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

1.3 Moldes de separación

Un molde de separación es el encargado 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 si no 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 pín y que, al ser presionados con el cartón y el molde hembra, realiza la misma función de expulsar material.

1.4 Las operaciones en troqueles

Una operación de troquel es toda aquella que para llevarse a cabo necesita una presión, la cual permitirá, mediante los moldes, la formación de material de empaque como cajas, respaldos, etiquetas etc. esto en lo que concierne a la industria de material de empaque de cartón y papel. Las operaciones básicas en un troquel son :el realizado, estampado y propiamente el troquelado.

1.4.1 El 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 dobléz, 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.

1.4.2 El 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.

1.4.3 El 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 tiene 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 es, 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.

1.5 La operación de separación de cajas

Consiste en tomar las tarimas de material troquelado en forma de pliegos, levantar una cierta cantidad de pliegos y colocarla en una mesa para, luego, golpear con un martillo de peña los bordes y las partes que no son expulsadas con la ayuda del arreglo de limpieza del troquel plano. Este desperdicio es a causa de diseño y es casi imposible eliminarlo aunque se puede reducir.

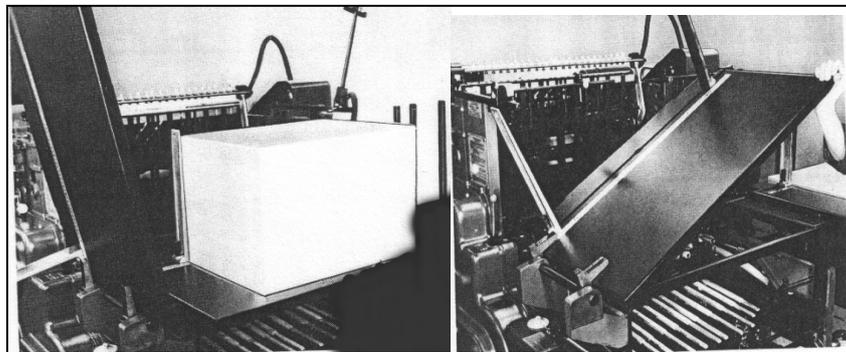
2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción de la máquina

Actualmente se tiene una máquina del tipo cilíndrico automática, que a base de un cilindro y una gran fuerza de presión puede llevar a cabo los trabajos establecidos.

Está equipada, primeramente, con dispositivos de preapilado y de replegado. Un dispositivo de preapilado tiene como fin el mejor aprovechamiento del tiempo y del esfuerzo por parte del operador ya que cuando se necesita cambiar una pila de material a troquelar, es necesario parar la máquina, y, con este dispositivo, se logra reducir el tiempo del cambio de pila al alimentar la máquina. El dispositivo de replegado es una bandeja que se puede desplazar hacia arriba por un extremo, dejando libre el paso por unos rieles para la nueva pila de material que se va a troquelar.

Figura 5: Dispositivo de preapilado y apilado



Fuente: Fotografía en taller

Cuenta esta máquina con una rama para montar los moldes fuera de la máquina y, así, ganar tiempo. Para llevar a cabo el troquelado se requiere de una chaqueta para troquelar, está hecha de un acero templado, el grueso de éstas puede ser de 0.7 a 0.8 milímetros es relativamente delgada, por ello que cuando se monta, debe tenerse cuidado para no romperla. También, existe una chapa de conservación que debe ir debajo del molde para evitar que las marcas del fleje queden en la platina, esta chapa tiene un grueso de 1.3 milímetros. Cepillo estabilizador es un cepillo de cerdas el cual ayuda al pliego de cartón a pasar de forma uniforme en la estación de troquelado.

Esta máquina también está equipada de una rama de cierre, elaborada de un material plástico transparente y permite observar el paso correcto de los pliegos de cartón. El mecanismo que transporta los pliegos a lo largo de la operación es llamado barra de pinzas, está compuesta por laminillas calibradas a una abertura, por medio de unos resortes instalados en una base de la barra. El alimentador del cilindro contiene succionadores, estos en sus extremos poseen ventosas de hule en forma de campanilla con lo cual logran abarcar más área para levantar el pliego que está apilado, aquí se encuentra balancín, es el eje que soporta los succionadores y el registro de tope. Este mecanismo es de retorno, con ello permite levantar el pliego y, posteriormente, entregarlo a las pinzas y luego volver a levantar otro pliego.

Para el transporte de la pila en la salida, en la mesa apiladora hay un mecanismo de transporte automático, aunque también puede estar desconectado, este mecanismo para trabajar en forma manual se realiza mediante una rueda de mando.

El transporte de pliegos en la trayectoria se del cilindro hace dificultoso debido a las vueltas a que es sometido el papel, es por ello que el troquel cuenta con unas toberas de aire de soplar en la salida del pliego, esto con el propósito de soportar y estirar el pliego para que no quede atorado en la estación de troquelado y, a la vez, sea uniformemente colocado en la pila de salida. El molde de troquel está instalado en la platina y ésta posee un soporte que es accionado por medio de un engranaje de cremallera que transporta la platina en movimientos hacia atrás y adelante y hacer presión con el cilindro que posee el contra molde. Para evitar sobre presiones en el molde y contra molde para garantizar su buen estado, se cuenta con palpadores de pliegos dobles, éstos se ajustan para reducir el paso a un solo pliego, si pasaran dos, quedan en el palpador y al transportar nada hacia las guías delanteras, la máquina para automáticamente para evitar daño en los moldes. En la mesa marcadora o de alimentación, existen herramientas que hacen posible que el pliego llegue de una manera alineada y sin movimientos bruscos, que al pasar a las pinzas o no, sujetan, o el pliego entra torcido, éstas son las guías delanteras.

Tabla III : Especificaciones técnicas del cilindro troquelador

Marca	Heidelberg
Diámetro del cilindro	540 mm
Margen de pinzas	10 – 13 mm
Tamaño del papel	600 – 900 mm
Rama de cierre normal	600 – 775 mm
Superficie a troquelar	547 – 772 mm
Altura de pila de alimentar	736 mm
Altura de pila de salida	800 mm
Altura de la máquina con mesa subida	1815 mm
Espacio ocupado	3470 * 2285 mm
Fuerza necesaria	6.2 KW
Peso neto	5500 Kg

Fuente: Manual Heidelberg Druckmaschinen pag. 6-7

2.2 Guía para la preparación de un trabajo

En esta sección se explicará y describirán las actividades que tienen como objetivo, la preparación para iniciar un trabajo en un cilindro troquelador, esta guía, básicamente, se dividirá en la preparación de tres elementos fundamentales los cuales son:

1. preparación para el paso de pliegos,
2. preparación del alimentador del troquel,
3. preparación de la estación de troquelado.

2.2.1 Preparación para el paso de pliegos

La preparación para el paso de pliegos es el inicio de todo trabajo en un troquel, primeramente, es necesario encender la máquina y poner el balancín o barra de pinzas de la mesa marcadora en posición de registro. Luego, es necesario girar las perillas que están en sus extremos, para la derecha si el material con que se va a trabajar es papel, y, hacia la izquierda si es cartón.

Posteriormente, las perillas se deben dejar en una posición al centro de su carrera. Luego, hay que aflojar los topes laterales hacia los extremos y se toma un pliego de los cuales van a ser troquelados encontrando el centro del mismo, esto se puede hacer midiendo el ancho con un cinta métrica y dividiéndole entre dos, o, puede tomarse un pliego y doblarlo a la mitad.

Luego, debe ser posicionado sobre los topes del balancín, una vez el pliego está en posición, los topes laterales se corren tratando de dejar, aproximadamente, 7 mm de distancia entre la orilla del pliego, observando la escala que tiene la escuadra, debido a que servirá para colocar los topes en la escala del alimentador.

Se deben graduar los palpadores de doble pliego con el cartón, colocando uno sobre otro graduándolo de una forma en que no queden forzados ni flojos. Hay que colocar los deslizadores de papel para que no existan deformaciones que hagan al cartón llegar deforme o en forma violenta al balancín.

Ahora hay que posicionar el pliego de cartón en los topes del balancín y con el mando de arranque se hace que las pinzas del balancín entreguen el pliego a las pinzas de la mesa del alimentador, para asegurarse que el pliego sea sujetado por todas las pinzas en forma total en su borde o área de pinza, para evitar que en el proceso existan problemas de entrega hacia la salida y deformaciones del cartón; si se notara problemas de este tipo, será necesario correr la escuadra de tal forma que los pliegos sean bien sujetados.

Con el mando de arranque, llevar el pliego hasta la salida y correr los topes laterales hasta la arista del pliego, aflojando las llaves y cuando los topes estén a 4 milímetros de la arista del cartón, apretarlas.

El tope frontal debe correrse hacia delante y el perfil de leva que abre las pinzas a la mesa del alimentador debe colocarse a la misma altura del tope frontal.

2.2.2 Preparación del alimentador del troquel

La preparación del alimentador, primeramente, es necesario dejar libres los topes laterales de la mesa alimentadora, ahora bien sobre la mesa alimentadora, colocar alrededor de unos 300 pliegos, observar sobre la escala que el mismo valor numérico que se dejó en las escuadras de la mesa del registro coincida con la escala del alimentador, esto debe realizarse en la arista del pliego donde tenga las marcas de escuadra por impresión.

Los topes laterales deben asegurarse mediante su propio mecanismo de sujeción, girando a sus manecillas; debe tenerse claro que debe existir una holgura entre las aristas del pliego y los topes, ésta puede ser de 1.5 milímetros. Se coloca en posición la mesa alimentadora junto con los pliegos, a la altura de los succionadores y se abren los pasos del tubo de succión, cada uno posee una llave la cual hay que girar, en la mayoría de casos; cuando se trabaja con cartón debe dejarse una llave abierta y una cerrada, en todo lo ancho de la arista del pliego, se acostumbra colocar ventosas en los succionadores abiertos para mejorar el área de recepción. La mesa alimentadora posee unos topes en la parte delantera y trasera, éstos deben ajustarse de tal modo que los pliegos no queden sobre presionados y hagan imposible el levantamiento por los succionadores. Ya con esto se puede graduar el movimiento del tubo de succionadores lo cual va a ser de acuerdo con el calibre de cartón, entre menores espesores debe ajustarse el indicador con el perno en 3 y 4, entre mayor sea el calibre ajustar perno de 0 a 2.

También en la mesa alimentadora hay que ajustar la subida de la misma, esto se hace únicamente moviendo la perilla en la escala donde indica papel o cartón. Y para terminar, la mesa alimentadora debe colocarse a la altura a que están los topes frontales para que éstos coincidan con los pliegos y, así, arrancar la máquina para hacer pruebas de paso del material.

2.2.3 Preparación de la estación de troquelado

Preparación en la estación de troquelado: debe colocarse el molde de troquel en el cuadro de acuñado que está sobre la platina de la máquina teniendo en cuenta que de haber un rango de área de pinza del pliego que es de la orilla interna del cuadro de acuñado hacia el suaje de corte que este primero, ésta debe ser de 19 milímetros, si no existiera esta distancia y en un caso fuera menor la diferencia que existiera, debe llenarse por medio de reglillas de plástico o de madera, al montar el molde hay que centrarlo respecto al ancho de la estación de troquelado y lo que se utiliza como guía es la marca de centro del molde y la marca de centro del cuadro de acuñado. Para lograr una buena sujeción del molde con el cuadro de acuñamiento hay que colocar cuñas, éstas regularmente, son de madera y deben posicionarse en los lados laterales y en la parte posterior, teniendo presente que el molde no quede sujetado con excesiva presión.

En este momento ya se puede pasar un pliego para observar cuánto coincide el corte y sisado con la apariencia del embalaje a producir, si no coincidiera a lo largo del pliego, es necesario ajustar con los topes del balancín, esto se hace liberando las llaves de los topes y desplazando las perillas, al lado derecho se correrá el pliego hacia abajo, y, a la izquierda, se subirá el pliego; no olvidar asegurar las llaves de los topes.

Si la variación se observa a lo ancho, es necesario liberar y desplazar los topes laterales teniendo como referencia la escala para modificar las medidas y coincidir el corte y sisado, no olvidar asegurar la llave de la escuadra.

Las matrices deben ser posicionadas en los suajes de hendido esto se realiza haciendo coincidir las guías de éstas con el borde de hendido, desplazando las matrices en forma longitudinal. Previamente, la plancha de contra molde, debe ser instalada apretándole con el trinquete hasta quedar uniforme, se despega el protector de las matrices y se arranca la máquina de forma que únicamente una vez ejerza presión el cilindro con el molde esto con el objeto de que las matrices se adhieran a la plancha de contra molde, posteriormente, quitar las guías plásticas de la matrices. Debido a que el corte de las matrices no es exacto y que pudiera existir un corrimiento de las matrices al ejercer presión el cilindro con el molde, es necesario realizar pequeños cortes en sus extremos.

Para nivelar la presión es necesario tener un pliego de parchado, éste debe ser un grosor de aproximadamente 0.3 milímetros, para marcar en el las plecas de corte y de hendido se debe adherir a él un pliego de papel carbón del mismo tamaño, luego, se coloca sobre él un pliego de cartón de los que se van a procesar, al accionar la máquina se hace pasar la combinación de carbón, papel y cartón en un solo contacto, posteriormente, los pliegos se despegan y la huella del molde quedará en el papel de 0.3 milímetros, se identificarán con números las repeticiones del embalaje en éste, de igual manera como estén numerados en el pliego impreso. El papel secante marcado se coloca en el interior de la plancha de contra molde liberándola, debe tenerse presente que la huella del papel carbón debe quedar en dirección al cilindro de presión, luego, asegurar la plancha de contra molde.

El objetivo de este pliego marcado es que al troquelar un pliego la presión de corte, no es uniforme en toda el área del cartón, por ello se hace necesario en ciertas partes aumentar la presión, este se observa al pasar un pliego, habrá, regiones donde no corta el suaje. Entonces, en el pliego marcado se pegarán tiras de papel donde lo exija el área que no cortó, con ello se elevará la presión en las regiones, donde el corte sea débil colocar papel de 0.08 milímetros de espesor, y si el corte fuera un poco mayor, el papel a pegar es de 0.04 milímetros, esto debe realizarse hasta que el corte en el pliego sea total. Con esto se da final a la preparación para iniciar un trabajo.

2.3 Diagrama actual de operaciones

Diagrama del proceso	
Nombre del Proceso: troquelado de pliegos de cartón	
Pieza: <u>Pliego de Cartón</u>	Diagrama No. 1
Hombre ○ Material ●	
Se inicia en : Departamento de troqueles	
Se termina en : Departamento de troqueles	
Hecho por: Byron Castro	Fecha: junio del 2003

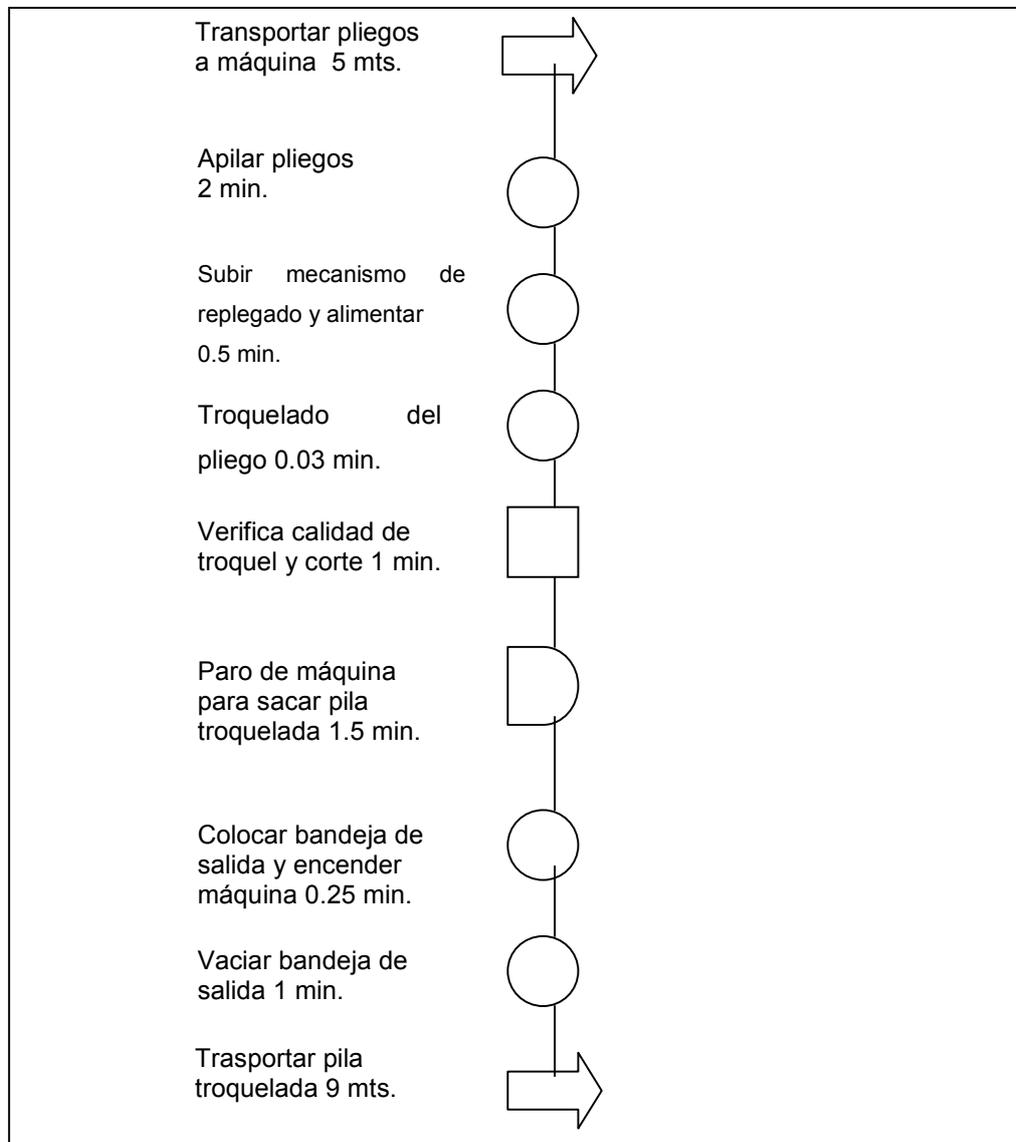
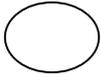


Tabla IV : Resumen del diagrama de flujo de operaciones

Símbolo	Significado	Cantidad y tiempo
	Operación	6 3.78 min.
	Inspección	1 1 min.
	Transporte	2 Distancia 14 mts.
	Demora	1 1.5 min

2.4 Inconvenientes al troquelar en un cilindro

Al realizar la operación de troquelado en una máquina de tipo cilíndrica existen ciertas limitantes y contratiempos que reducen la productividad . Un aspecto muy importante es el movimiento en forma circular que el pliego hace sobre el cilindro troquelador, esto provoca que el material se desprenda y se pueda acumular el material en la platina, lo cual provoca un paro en la máquina para limpiar dicha acumulación, puede este problema reducir su ocurrencia por medio de colocación de muescas de agarre al corte, ¿qué implica esto? posterior al troquelado hay que separar las cajas manualmente y las muescas de agarre proporcionan resistencia a la separación, haciendo que dicha operación sea de un ritmo bajo.

Un problema que afecta directamente a la productividad son las paradas de la máquina. Es necesario cuando la pila de pliegos a troquelar llega a su final, parar la máquina unos instantes y colocar la nueva pila, ahora bien, si la bandeja de pliegos de salida se llenara, existe nuevamente la necesidad de parar la máquina.

Debido a la rotación del cilindro y la presión que tiene que ejercer para troquelar, se produce un efecto de desplazamiento de los asientos de la máquina, lo cual se nota en movimientos de vaivén que tiene toda la máquina.

2.5 Capacidad de producción

Capacidad de producción, se definirá como la cantidad de pliegos que troquela la máquina cilíndrica, incluyendo el tiempo que necesita para preparación.

2.5.1 Determinación del tiempo de preparación

Tabla V : Descripción del tiempo de las actividades de preparación

Poner balancín en posición inicial y girar perillas a papel o cartón		2 min.
Colocar topes laterales en extremos		2.5 min.
Encontrar el centro de un pliego		1.0 min
Colocar pliego en el balancín y correr topes a las aristas del pliego		4.0 min.
Graduar palpadores de doble pliego		5.0 min.
Colocar deslizadores		3.0 min.
Posicionar pliegos en topes del balancín		3.0 min
Transportar pliego del balancín a las pinzas del alimentador		2.0 min.
Llevar pliego a la salida y correr topes laterales		3.0 min
Ajustar tope frontal		3.5 min
Colocar en mesa alimentadora pliegos de cartón		6.0 min
Observar que escalas del alimentador y del registro coincidan		2.0 min.
Asegurar topes laterales		2.5 min
Colocar mesa alimentadora a la altura de los succionadores		2.0 min
Abrir llaves de tubos de succión y colocar ventosas		4.0 min.
Ajustar movimiento del tubo de succionadores		1.0 min
Ajustar subida de pila de pliegos		1.0 min.
Colocar matrices al molde		22.0 min.
Montar molde en la máquina		8.0 min
Despegar protector de matrices y pegarlas en plancha de contra molde		10.0 min.
Hacer y colocar pliego de parchados		15.0 min.
Verificar centrado y el corte		10.0 min.

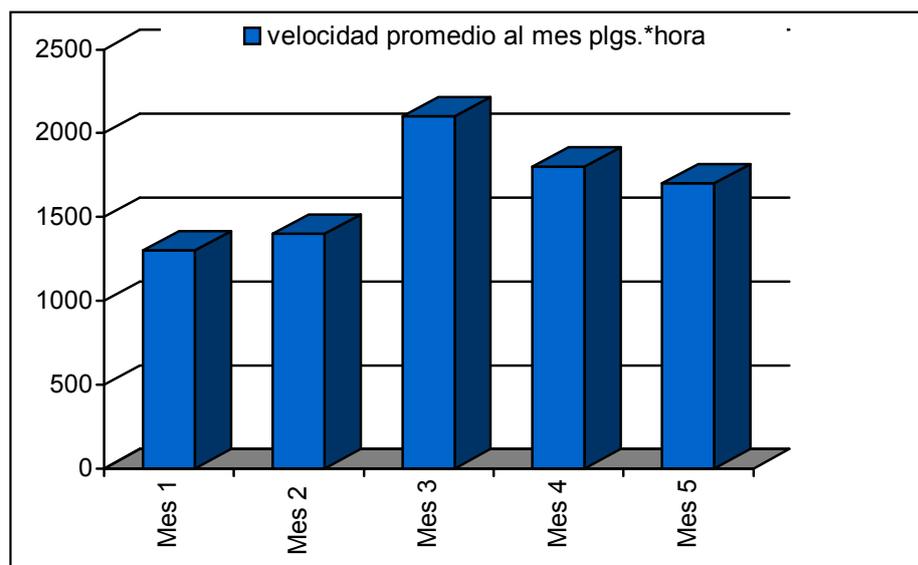
La sumatoria de los tiempos de todas las actividades da como resultado 1.85 hrs. Y puede decirse que éste es el tiempo que un operador de condición media puede llevarse para realizar un arreglo de troquel en el cilindro troquelador.

2.5.2 Determinación de la velocidad de operación

Según especificaciones técnicas de la máquina, la velocidad de operación estaría entre 4,600 pliegos por hora, esto como la velocidad máxima que podría alcanzar y, como velocidad mínima, 1800 pliegos por hora.

El citar esta descripción es porque una vez el arreglo o preparación, la operación es automática donde el operador interactúa únicamente para alimentar y descargar la máquina, es por ello que se representará, gráficamente, el promedio de tiempo de operación en los últimos cinco meses.

Figura 6: Representación de velocidad promedio para troquelar en cilindro



Fuente: Investigación de campo

La velocidad promedio obtenida en los presentes cinco meses fue, según los datos recopilados para la gráfica, de 1660 pliegos por hora, que si bien es cierto es un valor por debajo de las recomendaciones técnicas, hay que tomar en cuenta que ha sufrido deterioro y desajustes.

3. SITUACIÓN PROPUESTA

3.1 Descripción del troquel plano

Tabla VI : Especificaciones técnicas del troquel plano

Procedencia	U.S.A
Marca	International
Modelo	BP 500S
Presión máxima	200 toneladas
Espesor máximo de mat. de trabajo	1.5 mm
Velocidad teórica	5000 pliegos por hora
Rama interior	1004 * 700 mm
Rama exterior	1140 * 800 mm
Plancha de contra molde	1030 * 696 mm
Altura	2 metros
Altura del alimentador	1.143 metros
Largo de la máquina	6.5 metros
Ancho de la máquina	2.55 metros
Motor principal	5 HP
Bomba de aire	1.5 HP
Motor principal de alimentador	½ HP
Motor secundario de alimentador	¼ HP
Motor del receptor	½ HP
Motor de marco de limpieza	¼ HP
Compresor de aire	2 HP
Bomba de aceite lubricante	1 HP

3.1.1 Potencia eléctrica requerida

Tabla VII : Descripción de equipo del troquel plano

Motor principal	5 kW
Bomba de aire	1 kW
Motor principal de alimentador	0.5 kW
Motor secundario de alimentador	0.4 kW
Motor del recibidor	0.5 kW
Motor de marco de limpieza	0.4 kW
Compresor de aire	0.8 kW
Bomba de aceite lubricante	1.0 kW

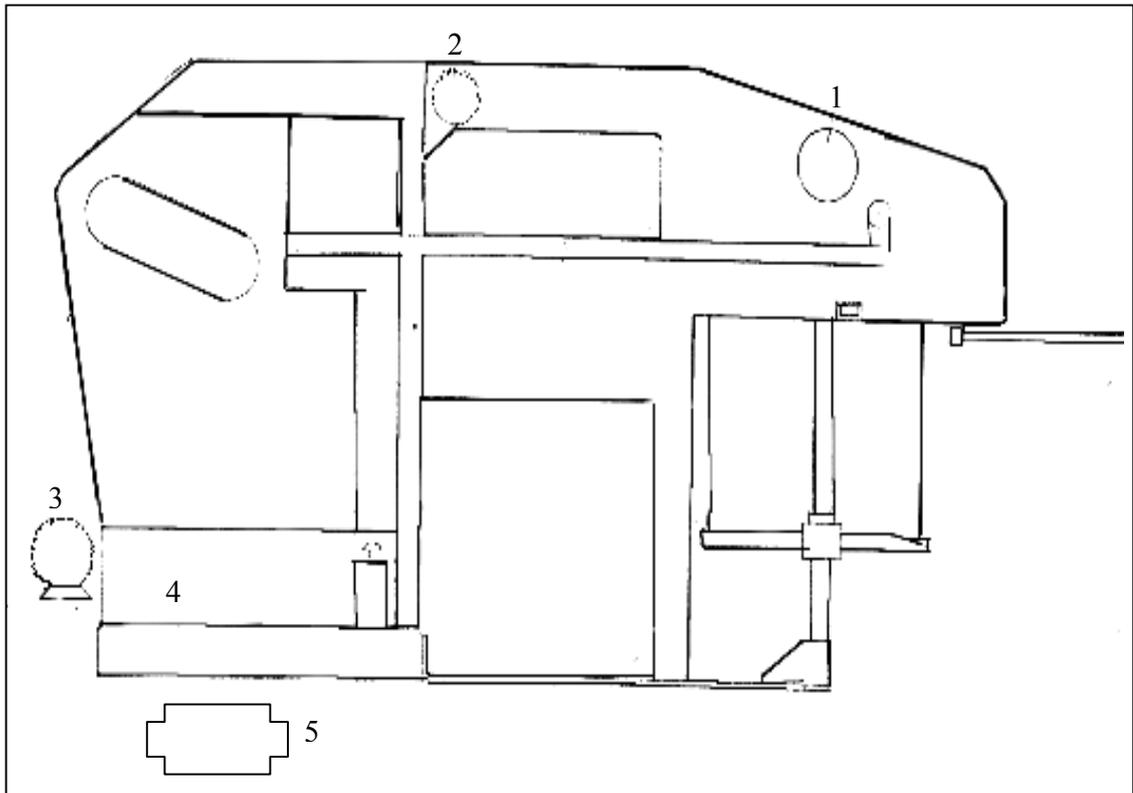
Total de potencia eléctrica requerida 9.6 kW

3.1.2 Especificaciones de material de trabajo

Tabla VIII : Especificaciones de trabajo del troquel

Tamaño máximo del pliego	1000 * 700 mm
Tamaño mínimo del pliego	550 * 350 mm
Tamaño máximo del corte	990 * 690 mm
Margen mínimo de pinza	10 mm
Margen normal de pinza	13 mm
Altura de pleca de corte	24 mm
Bote por arista del pliego	3 a 6 mm
Porcentaje máximo de limpieza	90 % de bote

Figura 7 : Esquema de motores y accesorios de troquel



Fuente : Manuales lima página 15

1. Motor del recibidor
2. Motor de bastidor de estación de limpieza
3. Bomba de aceite
4. Motor principal
5. Bomba de succión y compresión Becker

3.3 Montaje de la máquina

3.3.1 Consideraciones en el montaje

Los anclajes son elementos de fijación que transmiten las tensiones a las que son sometidos, al material, base en que se encuentran sustentados. La efectividad de los anclajes está determinada por una serie de factores tales como: resistencia del material de apoyo, profundidad de instalación del anclaje, distancia entre ellos y al borde de algún soporte, éstas son las características más importantes para tomar en cuenta en la solución para la fijación de maquinaria.

3.3.2 Características a tomar en cuenta para elegir anclajes

Un elemento importante lo constituye el material donde van instalados los anclajes ya que es el que absorbe las cargas, entonces, se dice que entre mejor sea este material se tendrá la posibilidad de soportar mayores cargas de servicio. El material que comúnmente se usa es el concreto pero hay que tomar en cuenta el tipo de concreto, específicamente, la capacidad de fuerzas a compresión que éste pueda tener.

En este caso, para la instalación no se usará el hormigón armado, con esto se evitará problemas tales como la presencia de vigas ya que esto implicaría conocer si el área de empotramiento de anclaje está compresión o tracción, de igual manera, la localización del empotramiento para no realizarlo en secciones huecas.

Falta de material , entre mayor sea la cantidad de concreto que rodea el empotramiento del anclaje, crecerá la capacidad de carga del anclaje. Si en la presencia de material circundante el anclaje es escaso, este no podrá transmitir las fuerzas a las que ésta apto y por es tal motivo, la fijación no será buena.

Entre las causas de la falta de material en el empotramiento se pueden citar, la profundidad del área donde se va anclar, discontinuidades en el concreto, proximidad entre los anclajes y la cercanía a un borde libre de concreto. Por ello al realizar cálculos de distancias de tomarse en cuenta y no ignorarlas para optimizar las fijaciones con anclajes.

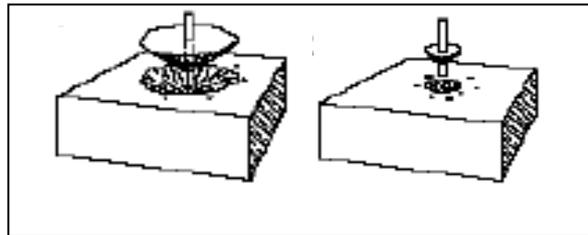
Se definirá las distancias entre anclajes cuando éstos reciben las fuerzas de servicio, las zonas donde se encuentran los empotramientos se ve afectada, por lo tanto, existe un fenómeno cuando se traslapan dos cargas distribuidas en el material las cuales causan fracturas en el mismo, esto se deriva de la colocación de varios anclajes a una distancia muy próxima entre ellos y, se puede decir que cuanto menor sea la distancia que posean los anclajes entre sí, las fuerzas que puedan transmitir se reducen mayormente.

3.3.3 Formas de falla en las fijaciones

Cuando se realizan fijaciones se tiene que diseñar para prever los daños debido a las cargas a las que se somete la fijación. Existen varios tipos de fallas, a continuación se describirán las más comunes, y en las cuales se basarán para realizar el diseño de la fijación con anclajes:

1. En las gráficas se puede observar cómo se produce una rotura o pérdida de mezcla en el concreto, entre mayor sea la cantidad de hormigón se presentará esta fractura.

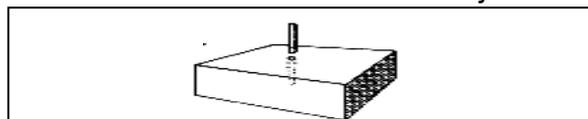
Figura 9: Forma de fractura a tensión



Fuente: Manual de fijaciones Hilti Pág. 6

2. Este tipo de fallo es la salida abrupta del perno, en anclajes mecánicos se presenta debido a la falta de torque de apriete pero según investigaciones se agrava cuando la limpieza de la cavidad al taladrarse no se limpia de una buena manera.

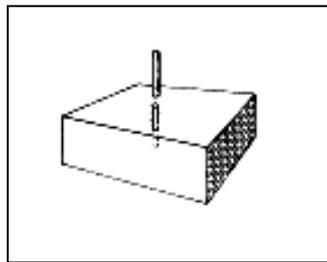
Figura 10: representación de la salida de un anclaje



Fuente : Manuel de fijaciones Hilti pág. 6

3. La falla que se representa abajo es el rompimiento del tornillo del anclaje .

Figura 11 : Rompimiento del anclaje

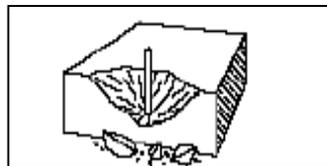


Fuente: Manual Hilti de fijaciones Pág. 6

Las fallas que se representaron anteriormente obedecen a las fuerzas de tensión o tracción a las que se somete el conjunto cemento y anclaje en las fijaciones. A continuación se representarán las fallas que se producen a causa de las fuerzas cortantes que actúan en las fijaciones.

4. La falla mostrada ocurre debido a que la distancia a la que se localizó el anclaje con respecto a borde es muy escasa, por lo tanto, el concreto se abolla debido a fuerza paralela al mismo.

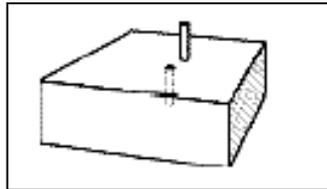
Figura 12 : Falla del concreto debido a fuerzas de corte



fuentes: Manual de fijaciones Hilti Pág. 6

5. Las fuerzas de corte también tienden a afectar el acero de manufactura del anclaje , haciendo que éste ceda y se fracture como se muestra a continuación.

figura 13 : Falla por corte de un anclaje

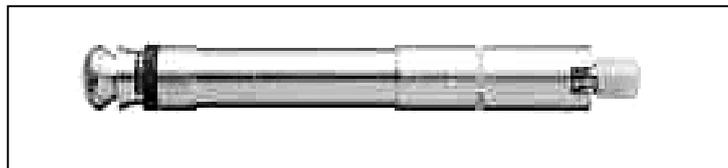


Fuente: Manual técnico Hilti pág. 7

3.2.4 Tipos de anclajes mecánicos

Los anclajes de auto excavado, éstos, mediante el desplazamiento de una camisa que, al mismo tiempo, gira alrededor de un eje central, crean su zona de expansión.

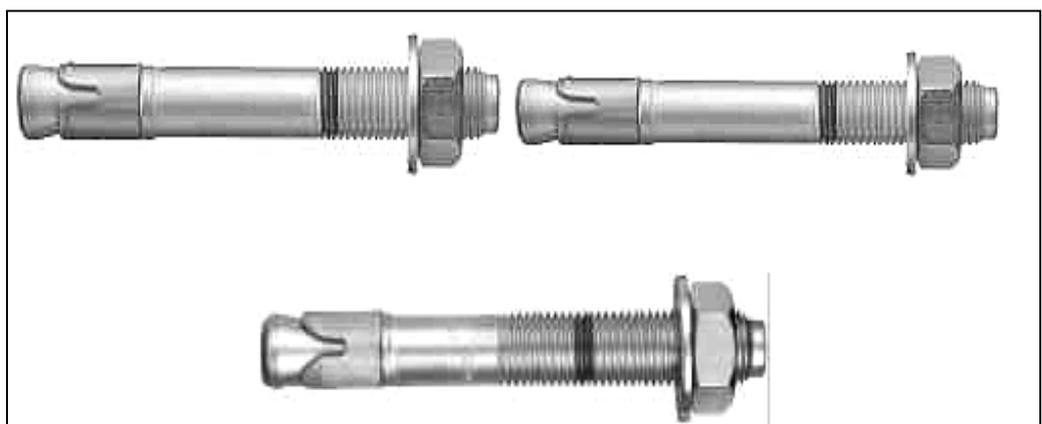
Figura 14 : Anclaje de auto excavado HDA



Fuente : Manual de fijaciones Hilti Pág.15

Existen los anclajes de par controlado los cuales son los más comunes en las distintas aplicaciones, éstos realizan su expansión mediante la aplicación de un par de apriete.

Figura 15 : Anclajes de par controlado HST, HST R y HSA



Fuente: Manual de fijaciones Hilti Pág. 30

Los anclajes de desplazamiento controlado en éstos, una parte del anclaje realiza un movimiento de desplazamiento en relación con la otra parte del mismo, con esto se genera la expansión, además, estos anclajes son de rosca interna.

Figura 16 : Anclajes HKD



Fuente : Manual de fijaciones Hilti Pág. 50

3.2.4 Cálculo de anclajes para fijación de la máquina

Para realizar el cálculo de los anclajes que se necesitarán para fijar la máquina son básicas las resistencias recomendadas por los fabricantes, esta demostrado que los datos proporcionados por éstos son una fuente fehaciente y real que proporciona datos con márgenes de tolerancia respecto ensayos experimentales.

Primeramente se defina una resistencia a compresión del hormigón de 27 Newton sobre milímetro cuadrado, equivalente a un concreto de 4000 Psi de resistencia, que en Guatemala es el comercialmente más usado para la construcción.

Como lo muestra el plano de instalación existen tres secciones de la máquina, se inicia por la parte del alimentador, ésta tiene un peso de 2 toneladas y cuenta con cuatro puntos de anclaje, las medidas de estas chapas de anclaje son 177*100 mm. En conjunto se debe soportar 18.14 KN que es igual a 4000 lbs, el ahora bien se utilizarán resistencias de tracción y de corte recomendadas por el fabricante para decidir el tamaño del diámetro de los anclajes a usar.

Tabla IX : Resistencia recomendada para un anclaje aislado (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Tracción	4	6.3	7.9	13.9	19.9	23.8
Corte	6.2	11.4	17.1	28.6	29.6	44.8

Fuente: Manual técnico Hilti pág 42

Para, realizar una prueba del tamaño de anclajes que deben usarse necesitaremos la carga en cada soporte las cuales de 4.55 KN , ahora, este valor se dividimos por la resistencia recomendada de la tabla de arriba y se obtiene:

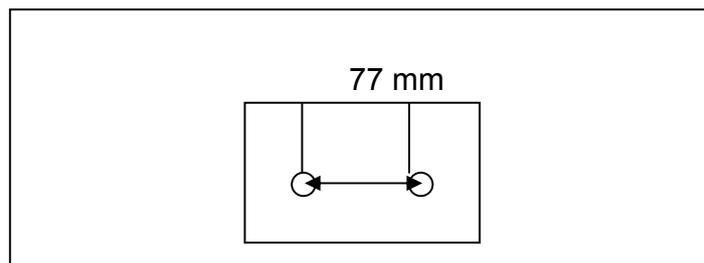
$$M8=1.1375= 2 \text{ anclajes}$$

$$M10=0.722= 1 \text{ anclaje}$$

$$M12=0.575= 1 \text{ anclaje}$$

Y así, sucesivamente, pero si se sigue la tendencia es a usar 1 anclaje de mayor tamaño. Se elige la opción de 2 anclajes en cada soporte.

Figura 17 : Esquema de las bases para anclar el troquel



Fuente : Investigación de campo

Ya con estos datos se puede calcular la resistencia de rotura por arranque:

$N_{rd,p}$ = resistencia de diseño por arranque * Influencia de resistencia del Hormigón.

Tabla X : Resistencia de diseño por arranque (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia de diseño por arranque	5.6	8.8	11.1	19.4	27.8	33.3

Se observa que para un anclaje M8, la resistencia de diseño por arranque es 5.6 KN. La influencia de resistencia del hormigón se obtiene interpolando de la siguiente tabla:

Tabla XI : Resistencia del hormigón en morteros de fraguado de 28 días

Tipo de hormigón	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C50/60
Resistencia a compresión $f_{ck,cil}$	20	25	30	35	40	50
F_B	1	1.1	1.22	1.34	1.41	1.55

Como dijimos anteriormente el hormigón que se uso en el cimiento fue de 27 N/mm², por interpolación puede decir se que para el caso $F_B = 1.148$.

Por lo tanto, de la fórmula de rotura por arranque se tiene:

$$N_{rd,p} = 5.6 * 1.148 * 2 \text{ anclajes} = \mathbf{12.86 \text{ KN}}$$

Ahora se analizará que, es lo que sucede, debido a la rotura del hormigón, para ello se usará la siguiente descripción:

$$N_{rd,c} = N^{\circ}rd,c * f_{b,n} * f_{a,n} * f_{r,n}$$

$N_{rd,c}$ = Rotura del hormigón

$N^{\circ}rd,c$ = Resistencia de diseño por rotura del hormigón

F_B = factor de influencia de la resistencia del hormigón

$F_{a,n}$ = Influencia de separación de anclajes

$F_{r,n}$ = Influencia de distancia al borde

La resistencia de diseño por rotura de hormigón se obtiene de los datos que proporciona la siguiente tabla.

Tabla XII : Fuerza de resistencia de diseño por rotura del hormigón (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia de diseño por hormigón	7.3	10.4	13.0	17.4	23.7	32.6

Nºrd,c para un anclaje M8 es de 7.3 KN

El siguiente paso es determinar la influencia de separación de anclajes véase la siguiente tabla:

Tabla XIII : Influencia de separación entre anclajes

Distancia entre anclajes, s [mm]	Métrica HST / HST-R					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
50	0.68					
70	0.75	0.70	0.67			
90	0.83	0.76	0.72	0.68		
110	0.90	0.82	0.77	0.72	0.68	
130	0.97	0.87	0.82	0.76	0.71	0.57
150	1.00	0.93	0.87	0.80	0.75	0.70
170		0.99	0.92	0.85	0.78	0.73
190		1.00	0.97	0.89	0.81	0.75
210			1.00	0.93	0.85	0.78
230				0.97	0.88	0.81
250				1.00	0.91	0.83
270					0.95	0.86
290					0.98	0.89
310					1.00	0.91
330						0.94
350						0.97
380						1.00

Fuente: Manual técnico Hilti pág. 43

La distancia de separación del nuestro diseño es de 77 mm tomando en cuenta que este dato para un anclaje M8 no lo proporciona la tabla habra que interpolar y el resultado es de $F_{a,n} = 0.778$.

La influencia de distancia al borde del cimiento es amplia, según el plano de diseño del cimiento de ancho hay 2550 mm, la máquina debe ir al centro del mismo, por lo tanto, la distancia del borde de la placa de fijación hasta el extremo del cimiento es de más de 500 mm , por ende, el coeficiente de distancia al borde no influye para disminuir la resistencia del hormigón donde se está anclando, se utilizará el máximo $F_{r,n} = 1$. Ahora hacemos el cálculo.

$$N_{rd,c} = 2 * 7.3 \text{KN} * 1.148 * 0.778 * 1 = \mathbf{13.04 \text{ KN}}$$

Otro factor a tomar en cuenta para la fijación con anclajes es la rotura del acero del cual se compone dicho anclaje, para ello, se toman de los datos que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XIV : Fuerza de rotura del acero de un anclaje (KN)

Díámetro del anclaje	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia del acero antes de romperse	12.8	21.3	28.7	50.0	46	90.1

Fuente: Manual Técnico Hilti Pag. 41

Si se a instalar dos anclajes de tamaño M8, la resistencia al diseño de rotura del acero será el dato de tabla 12.8 KN , multiplicado por el número de anclajes a instalar $2 = \mathbf{25.6 \text{ KN}}$

Con todos los cálculos anteriormente descritos hay tres valores para diseñar, primero la fuerza que el anclaje soporta hasta que se arranque del cemento en forma violenta y da el resultado total de 12.86 KN.

Posteriormente, se calcularon las fuerzas que podría soportar el hormigón con el anclaje instalado, hasta romperse provocando que el anclaje se libere de su lugar en conjunto con un área de concreto, y, el resultado fue una fuerza máxima de 13.04 KN.

Por último, se observó la fuerza que un anclaje de seguridad con rosca exterior podría soportar antes de romperse y el valor fue de 25.6 KN.

Para determinar cuál será la carga de diseño se usaran únicamente, las tres que se calcularon tomamos la menor de ellas, y ésta es la de 12.86 KN, que representa el arranque del anclaje del cemento.

Ahora bien, la carga real era de 4.55 KN, pero, se convertirá en un valor mayor mediante la aplicación de un coeficiente de seguridad de 1.4, entonces, $Fr = 4.55 * 1.4 = 6.37$ KN, al comparar ésta con la carga de diseño es menor por lo tanto el diseño para anclar que se formulará si cumple.

Entonces, se a fijarán los cuatro puntos con dos anclajes M8 del tipo rosca externa de seguridad en cada uno.

Ahora, se diseñará el modo de anclar la sección cuyo peso es de 3 toneladas ahora lo cual se contará con cuatro puntos de anclaje, las medidas de estas chapas de anclaje son dos de 138*111 mm y dos de 159*186. En conjunto se debe soportar 27.216 KN igual a 6000 lbs, ahora bien, utilizaremos resistencias de tracción y de corte recomendadas por el fabricante, para decidir el tamaño del diámetro de los anclajes a usar.

Tabla XV : Resistencia recomendada para un anclaje aislado (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Tracción	4	6.3	7.9	13.9	19.9	23.8
Corte	6.2	11.4	17.1	28.6	29.6	44.8

Fuente: Manual técnico Hilti pag 42

Para realizar una prueba del tamaño de anclajes a usar, se necesitará la carga en cada soporte y es de 6.804 KN , ahora este valor lo divide entre la resistencia recomendada de la tabla de arriba y se obtiene:

M8=1.701= 2 anclajes

M10=1.08= 2 anclajes

M12=0.86= 1anclaje

Y así sucesivamente pero, si se continúa la tendencia se usa 1 anclaje de mayor tamaño. Se elige la opción de usar 2 anclajes en cada soporte.

Figura 18 : Esquema de los puntos de anclaje en el cuerpo de la máquina



Con estos datos se calcula la resistencia de rotura por arranque:

$N_{rd,p}$ = resistencia de diseño por arranque * Influencia de resistencia del Hormigón.

Tabla XVI : Resistencia de diseño por arranque (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia de diseño por arranque	5.6	8.8	11.1	19.4	27.8	33.3

Fuente: Manual Técnico Hilti Pag. 43

Se observa que para un anclaje M8, la resistencia de diseño por arranque es 5.6 KN. La influencia de resistencia del hormigón se obtiene interpolando de la siguiente tabla para un valor de 27 N/mm².

Tabla XVII : Resistencia del hormigón en morteros de fraguado de 28 días

Tipo de hormigón	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C50/60
Resistencia a compresión $f_{ck,cil}$	20	25	30	35	40	50
F_B	1	1.1	1.22	1.34	1.41	1.55

Fuente: Manual Técnico Hilti Pag. 43

Como se dijo anteriormente, el hormigón que se usó en el cimiento fue de 27 N/mm², por interpolación, en este caso es $F_B = 1.148$.

Por lo tanto, de la fórmula de rotura por arranque se tiene :

$$N_{rd,p} = 5.6 * 1.148 * 2 \text{ anclajes} = \mathbf{12.86 \text{ KN}}$$

Ahora, ¿qué es lo que sucede debido a la rotura del hormigón? , para ello se aplica la siguiente descripción:

$$N_{rd,c} = N^{\circ}rd,c * f_{b,n} * f_{a,n} * f_{r,n}$$

$N_{rd,c}$ = Rotura del hormigón

$N^{\circ}rd,c$ = Resistencia de diseño por rotura del hormigón

$f_{b,n}$ = factor de influencia de la resistencia del hormigón

$f_{a,n}$ = Influencia de separación de anclajes

$f_{r,n}$ = Influencia de distancia al borde

La resistencia de diseño por rotura de hormigón se obtendrá de los datos que proporciona la siguiente tabla.

Tabla XVIII : Fuerza de resistencia de diseño por rotura del hormigón (KN)

Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia de diseño por hormigón	7.3	10.4	13.0	17.4	23.7	32.6

Fuente: Manual Técnico Hilti pag. 43

$N^{\circ}rd,c$ para un anclaje M8 es de 7.3 KN

El siguiente paso es determinar la influencia de separación de anclajes, para ello la siguiente tabla:

Tabla XIX : Influencia de separación entre anclajes

Distancia entre anclajes en mm	Métrica HST / HST-R					
	M8	M10	M12	M16	M20	M24
50	0.88					
70	0.75	0.70	0.67			
90	0.83	0.78	0.72	0.68		
110	0.90	0.82	0.77	0.72	0.68	
130	0.97	0.87	0.82	0.76	0.71	0.67
150	1.00	0.93	0.87	0.80	0.75	0.70
170		0.99	0.92	0.85	0.78	0.73
190		1.00	0.97	0.89	0.81	0.75
210			1.00	0.93	0.85	0.78
230				0.97	0.88	0.81
250				1.00	0.91	0.83
270					0.95	0.86
290					0.98	0.89
310					1.00	0.91
330						0.94
350						0.97
380						1.00

Fuente: Manual técnico Hilti pag. 43

La distancia de separación de este diseño es de 58 mm para los soportes delanteros y 69 para los soportes posteriores, por lo tanto, para obtener la influencia de separación entre anclajes se interpolará con respecto de los valores anteriores y el resultado es de $F_{a,n1} = 0.708$ y $F_{a,n2} = 0.7465$ respectivamente.

La influencia de distancia al borde del cimiento sigue siendo amplia como en el caso anterior, por ende, el coeficiente de distancia al borde no influye para disminuir la resistencia del hormigón donde se está anclando, se utilizará el máximo $F_{r,n} = 1$, para todos los soportes. Ahora hacemos el cálculo.

$$N_{rd,c} = 2 \cdot 7.3 \text{KN} \cdot 1.148 \cdot 0.708 \cdot 1 = 11.87 \text{ KN}$$

$$N_{rd,c} = 2 \cdot 7.3 \text{KN} \cdot 1.148 \cdot 0.7465 \cdot 1 = 12.51 \text{ KN}$$

Otro factor para la fijación con anclajes es la rotura del acero de que se compone dicho anclaje, para ello, se aplican los datos que se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XX : Fuerza de rotura del acero de un anclaje (KN)

Diámetro del anclaje	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Resistencia del acero antes de romperse	12.8	21.3	28.7	50.0	46	90.1

Fuente: Manual Técnico Hilti Pág. 41

Si se instalan dos anclajes de tamaño M8, la resistencia a diseño de rotura del acero será el dato de tabla 12.8 KN , multiplicado por el número de anclajes a instalar $2 = 25.6 \text{ KN}$

Con todos los cálculos anteriormente descritos, existen tres valores para diseñar, primero, se analizamos la fuerza que el anclaje soporta hasta que se arranque del cemento en forma violenta y da el resultado total de 12.86 KN.

Posteriormente, se calcularon las fuerzas que podría soportar el hormigón con el anclaje instalado hasta romperse, provocando que el anclaje se libere de su lugar en conjunto con un área de concreto, lo cual dos valores ,siendo la fuerza mínima limitante de 11.87 KN que representa la menor distancia que está en los soportes delanteros.

Por último se observó la fuerza que un anclaje de seguridad con rosca exterior podría soportar antes de romperse y el valor fue de 25.6 KN.

Para determinar cuál será la carga de diseño que vamos a usar nuevamente se tomará la menor de ellas, y ésta es la de 11.87 KN, que representa el arranque del anclaje del cimiento, en la parte delantera donde están los soportes más pequeños

Ahora bien, la carga real era de 6.804 KN pero se convertirá en valor mayor mediante la aplicación de un coeficiente de seguridad de 1.4, entonces, $F_r = 6.804 * 1.4 = 9.5256$ KN, al comparar ésta con la carga de diseño es menor, por lo tanto, el diseño para anclar que se formuló cumple.

Entonces, se fijarán las cuatro puntos, con dos anclajes M8 del tipo rosca externa de seguridad en cada uno.

La estación de troquelado que es donde ejerce una fuerza hacia arriba para lograr el troquel del cartón no se fijará al suelo con anclajes, esto debido a que se tienen niveles de inclinación que posee la máquina los cuales determinan la posición en el cual cada uno de los cuatro puntos de apoyo deben tener. Estos apoyos son ajustables de acuerdo con el grado de inclinación que permitan los niveles.

No habrá problemas con este tipo de fijación ya que el peso de esta parte de la máquina es de 6 ton y la fuerza que ejerce la platina hacia arriba sobre el material es entre 2930 lbs fuerza a 1800 lbs fuerza, lo cual indica que por ser mayor el peso, no habrá movimientos verticales. Por ende, se utilizarán estos apoyos.

3.4 Capacidad de producción

La operación de troquelar cartón con una máquina plana se determinará por las velocidades de máquina, los métodos de trabajo para la operación y las condiciones físicas que proporcione la optimización y, asimismo, conlleven al desarrollo y sostenimiento de la operación de troquelado.

3.4.1 Diagrama de operaciones propuesto

Diagrama del proceso	
Nombre del proceso: Troquelado de Pliegos de Cartón en troquel plano	
Pieza: <u>Pliego de Cartón</u>	Diagrama No. 2
Hombre ○ Material ●	
Se inicia en : Departamento de troqueles	
Se termina en : Departamento de troqueles	
Hecho por: Byron Castro	Fecha: Junio del 2003

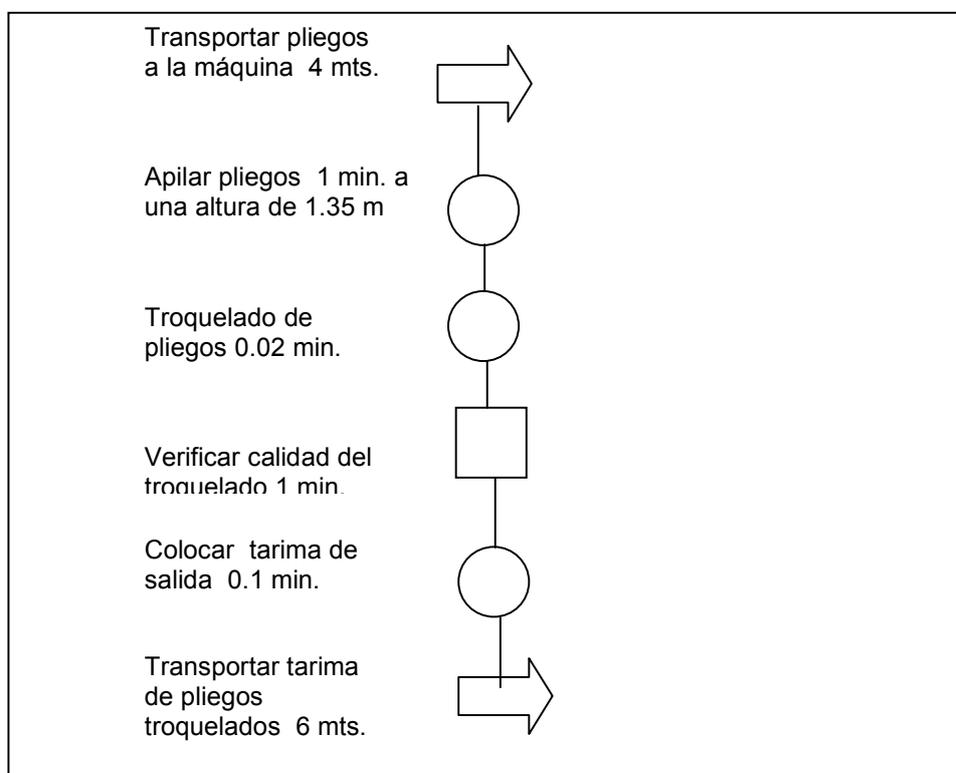


Tabla XXI : Resumen del Diagrama de flujo de Operaciones

Símbolo	Significado	Cantidad y tiempo
	Operación	3 1.12 min.
	Inspección	1 1 min.
	Transporte	2 Distancia 10 mts.
	Demora	0

3.4.2 Determinación de la velocidad real de operación

La velocidad de operación se obtendrá de la observación directa en la corrida de una serie de trabajos para los cuales estarán variado ciertas condiciones que se describen a continuación, esto, debido a que bajo los métodos convencionales de análisis de operaciones no se optendra información que nos permita aplicarlos, ya que esta máquina posee un mecanismo de carga y descarga automático donde se garantiza que una vez concluido el arreglo del trabajo, la máquina no pare en ningún momento sino hasta su finalización, interactuando los hombres únicamente en el control de la misma. Es decir que la velocidad depende de factores ajenos al método de trabajo.

Tabla XXII : Velocidad y condiciones de productos troquelados

Producto	Tamaño	Descripción	Condición en salida	Tiempo
1	1000*800 mm	Sólo hendido	Sin limpieza	66 plgs/min
2	625*826	Hendido y corte	Sin limpieza	58 plgs/min
3	625*826	Sólo corte	Sin limpieza	62 plgs/min
4	581*746	Hendido y corte	Con limpieza	50 plgs/min
5	-----	Hendido y corte	Con limpieza	47 plgs/min
6	625*975	Hendido y corte	Sin limpieza	50 plgs/min
7	625*975	Hendido y corte	Con limpieza	45 plgs/min
8	500*410	Hendido corte	Sin limpieza	68 plgs/min
9	-----	Hendido y corte	Con limpieza	41 plgs/min
10	-----	Hendido y corte	Con limpieza	46 plgs/min

Promedio X= 54 Plgs/min

Ahora bien, este tiempo únicamente se obtuvo como un promedio de la velocidad de la máquina, no se tomó en cuenta ningún factor ajeno más que al trabajo que ejecuta la máquina.

Para determinar un tiempo que pueda servir como parámetro de medición se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- a) Necesidades personales, es obvio que la persona que opera la máquina no es en ningún momento similar a ésta, tiene que tener lapsos de receso para liberar fatiga ,consumir alimentos y otras necesidades que pudiera tener, por ello se concede 1 hora libre a lo largo de un turno.
- b) Las faltas a sus labores, por parte del operario existen índices que con base en estadísticas se ha generado un indicador, aproximadamente, un 2.5% , debido a que un trabajador común falta a sus labores, en promedio, 6 días al año, debido a diferentes causas.
- c) Tiempos de interferencia, esto se debe a factores tales como problemas con el molde, con el material, inspecciones en las cuales se deben hacer ajustes por fallas al producto, mantenimientos correctivos. Se tomará así como muchos autores, un 10 % de tiempo por interferencias.
- d) Errores, como, en cualquier aspecto de la vida del ser humano, nunca se esta exento de cometerlos, por ende, esto se tomará en cuenta y se le asignará un 3% de tiempo.

Se tomará como velocidad de la máquina el promedio que recomienda el fabricante el cual es de 4000 pliegos/hora. Con éste, se hacen las estimaciones de los porcentajes planteados.

Tabla XXIII : Estimación de la producción que se deja percibir

Necesidades personales	0.46 * 4000	184
Ausentismo	0.02 * 4000	80
Interferencia	0.10 * 4000	400
Errores	0.03 * 4000	120

784 plgs/hora

Entonces, tomando en consideración todos estos aspectos la operación en lo real tiene una velocidad de $4000 - 784 = 3216$ plgs/hora.

3.4.3 Índices de productividad

Las medidas de productividad que son ideales para presentar e interpretar son las de eficiencia, debido a que son más directas y relativamente menos complicadas para medir .

¿Cómo puede definirse la eficiencia? nada más que como la medición que se realiza sobre el tiempo preestablecido para realizar la operación, dividido entre el tiempo real con que se llevo a cabo. Con esto se observamos que hay una razón lo cual se convierte en un índice que puede valuar se constantemente.

Eficiencia = tiempo planeado/tiempo real = Vel. Observada / vel. Estimada

$$E = 3180 / 3216 = 0.9888$$

Puede decirse que este coeficiente, simplemente, no se interprete, pero, sí es una referencia que puede servir como base comparativa si se toma como estudio un período, por ejemplo, de un mes lo cual es bastante inmediato para tomar acciones; así, evaluando mes por mes se puede tomar como medida de eficiencia este índice.

Es de recordar que en estos índices se mejora en la medida en que el coeficiente sea mayor de 1.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Guía para la preparación de trabajos en un troquel plano

En la siguiente guía se proporcionará una serie de actividades que permiten preparar al troquel en tres estaciones para dar inicio a un trabajo.

4.1.1 Preparación del alimentador

Para iniciarse la preparación debe montarse y fijarse el molde a la rama de la máquina, para ello, debe tenerse presente que hay que dejar un margen para que las pinzas sujeten el pliego, comúnmente, se le llama margen de pinza, este molde se introduce al troquel con la ayuda del operador y el ayudante.

Posteriormente, se calcula la mitad del pliego a troquelar ya sea midiendo el ancho con cinta métrica y dividiéndole entre dos o doblando el pliego a la mitad, este pliego con el centro identificado es colocado sobre otros 150 pliegos más en un tablero del alimentador, tratando de encontrar el centro del tope frontal. Luego, es necesario mover los topes laterales hacia las aristas de los pliegos, los succionadores deben ajustarse colocándolos a manera que queden a distancias iguales sobre cuatro partes a lo ancho del pliego, con esto ya realizado hay que inspeccionar la subida de la pila, mediante el pie palpador, observando que el nivel de la pila esté más o menos debajo de 5 milímetros de los topes móviles del frente del alimentador.

Con la perilla del pie palpador se debe ajustar la distancia de los succionadores sobre el nivel de los pliegos apilados a unos 6 u 8 milímetros, esto debe realizarse con el alimentador en marcha sin pasar pliegos.

4.1.2 Preparación de mesa marcadora

Hacer el traslado de pliegos a la mesa marcadora mediante el alimentador encendiendo la bomba de vacío y de aire comprimido, las poleas o rodela de la entrada se deben alinear en la dirección de los succionadores, y, la rodela palpadora del doble pliego debe ajustarse, los rodillos de caucho y cerdas de cepillo se deben alinear con las poleas de la entrada, posteriormente, hay que graduar la presión de los rodillos girando los tornillos en dirección de las agujas del reloj para mayor presión y en contra para disminuir la presión.

El tope lateral hay que correrlo de manera que la guía de éste quede, aproximadamente, a una distancia de 7 milímetros del borde de la arista del pliego, esto va a depender del lado en que se encuentre marcado el registro de la impresión. Los topes frontales del troquel deben situarse a unos 15 centímetros del borde del pliego hacia el centro para tratar de que el pliego quedó de la mejor forma alineado cuando las pinzas lo reciban.

4.1.3 Preparación de la mesa receptora

La mesa receptora es la parte más sencilla de preparar para dar inicio a la operación de troquelar, mediante la liberación de tornillos se deben abrir o cerrar, según sea el caso, las paletas laterales y las que están en la parte trasera, posteriormente, hay que pasar un pliego hasta la mesa receptora observando las distancias a que están los topes, correr los topes del lateral y posterior hasta una distancia de 7 milímetros del borde de la arista del pliego.

Con ello ya sólo queda la realización de pruebas pasando pliegos para observar si se necesita más ajustes.

4.1.4 Preparación de la estación de troquelado

Con el molde montado y ya introducido el troquel mediante los rieles de la base de entrada, hay que retirar el papel protector de las matrices, luego, con el timonel de ajuste de presión hay que bajar la presión a la platina de la máquina para introducir la rama con el molde, una vez hecho esto, hay que bajar las palancas de seguros.

Para pegar las matrices en la plancha de contra molde, se debe hacer un contacto con el molde y la platina , por medio del arranque de la máquina y parándola cuando se observe dicho contacto y dejar la barra de pinzas en medio de la, platina, esto, con el propósito de sacar la plancha de corte, con ello se puede despegar las guías de las matrices ya pegadas en la plancha. Las matrices deben ser lijadas en sus bordes extremos para que no intervengan en el paso de pliegos cuando se esté llevando a cabo la operación.

Para nivelar la presión es necesario hacer un pliego de presión de nivelación con un lienzo de papel sobre el contra molde en la plancha de corte, tratando de centrarlo y aproximarle a la orilla del lado de pinza se pega a la plancha con adhesivo, sobre él se coloca un pliego de papel carbón y, luego, otro pliego de los que se va a troquelar , el siguiente paso es introducir la plancha con los pliegos, arrancar la máquina a manera que de un solo contacto la platina con el molde, observar siempre que la barra de pinzas quede en medio para sacar la plancha o el molde.

Con esta operación realizada se saca el pliego de presión de nivelación ya marcado, listo para usar se vuelve a introducir el contra molde.

Instalación del pliego de nivelación de presión, se debe sacar la rama donde se encuentra el molde instalado encima, posee una plancha que sirve de protección, sobre ésta se debe colocar el pliego marcado, luego con una regla graduada se mide la distancia del primer suaje de corte del lado de pinza a la orilla de la rama y, de igual manera, en la parte lateral se mide la distancia del suaje de corte a los bordes de la rama. Estas medidas deben ser trasladadas a la plancha de la rama dejando señas o trazos, el pliego debe colocarse coincidiendo con las marcas o señas lo cual se asegura con cinta adhesiva.

Se introduce el molde y se realizan pruebas para observar el estado del corte y el centrado de sisas, en estas pruebas, por lo general, se detecta que la presión debe aumentarse y con el manubrio se sube la presión, aproximadamente, un 70% más.

Es importante hacer notar que con el pliego de nivelación de presión, generalmente, puede obtenerse un corte que tenga condiciones excelentes, es por ello que se hace necesario el uso de pequeños listones de calibres, relativamente pequeños, que se adhieren al pliego de nivelación, muy específicamente en las líneas de corte que presentan problemas al cortar, esto es necesario realizarlo hasta que se tenga una proporción de corte máxima.

4.2 Guía para el arreglo de separación

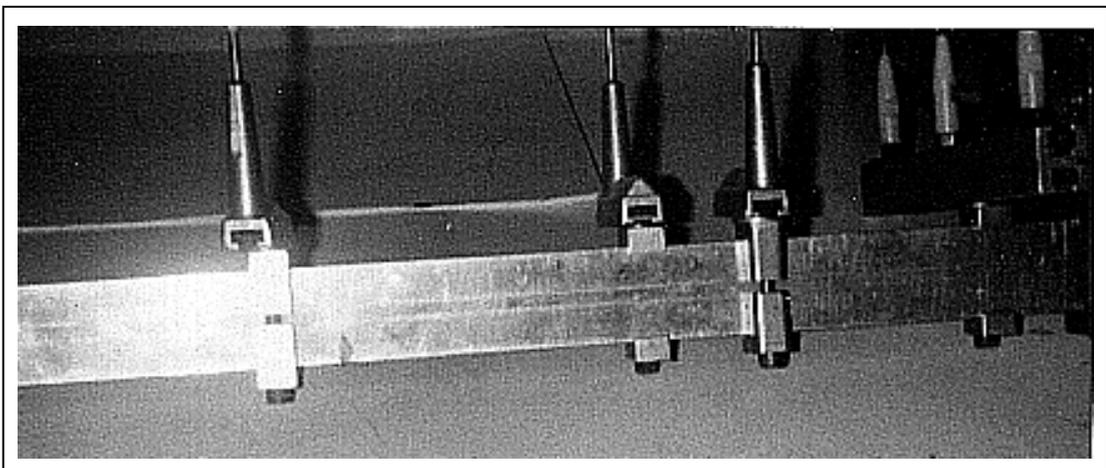
Separación de pliegos consiste en eliminar el desperdicio que se produce al realizar el corte en el troquel, la incorporación de la separación automática de desperdicio en el troquel cobra gran importancia teniendo en cuenta que, manualmente, separar el desperdicio de una gran cantidad de pliegos tomaría mayor tiempo e inversión.

La separación en el troquel, como en capítulos anteriores, se lleva a cabo por medio de moldes. Los pasos a seguir para crear un arreglo de separación son:

1. primero, hay que hacer una parada a la máquina tratando de que la barra de pinzas quede al medio en la estación de troquelado así como en la estación de arreglos de limpieza;
2. hacer llegar un pliego ya troquelado a la estación de arreglo de limpieza con el fin de observar la posición que debe llevar el molde de limpieza;
3. instalar el molde de limpieza hembra, esto se hace colocándolo debajo del pliego troquelado , siempre observando que los agujeros del molde queden alineados con los botes que se van a eliminar del pliego;
4. instalar las barras de soporte de los moldes de manera que no intervengan en la caída de los botes de material;
5. luego, asegurar el molde hembra a las barras mediante tornillos de 8 mm;
6. posicionar el molde macho encima de la hembra, deben quedar las siluetas del macho casadas con los agujeros de la hembra y tratando de que el molde esté centrado;

7. el bastidor del troquel debe bajarse hasta la parte inferior debiendo quedar en contacto con el molde macho;
8. asegurar el molde macho con el bastidor por medio de tornillos de 8 mm;
9. colocar barras y, luego sobre éstas, instalar los pines de empuje, éstos tienen tornillos ya incorporados;
10. el último paso consiste en realizar pruebas con pliegos, observado que no existan golpes en el pliego y que los botes sean separados.

Figura 19 : Barra con pines para la limpieza



4.3 Guía para la operación

La guía para la operación de un troquel plano es, básicamente, los pasos a seguir para manipular los dispositivos de la máquina, lo cual permite que se lleve a cabo. Se opera en el orden que se detalla.

4.3.1 Pasos para el arranque y puesta en marcha

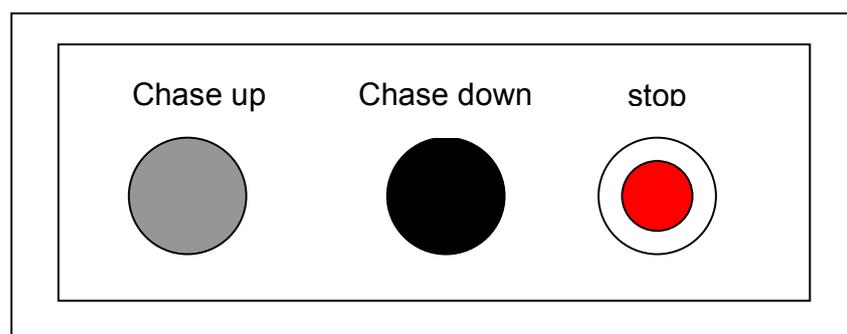
1. Encender motor principal por medio de perilla, ésta tiene las posiciones: 0 cuando está apagado, 1 motor encendido sin embragar, 2 para permitir el paso de pliegos por medio de la succión. Llegarla hasta la posición 2.
2. Accionar la bocina presionando el botón de horn. esperar durante 5 segundos.
3. Presionar el botón de marcha intermitente. éste se identifica como jog.
4. Cuando se observe el paso de pliegos, se presiona el botón de marcha continua.
5. Poner contador a 0 girando la roseta
6. Ajustar la velocidad por medio de la perilla, ésta tiene un mínimo de 0 un máximo de 6,000 pliegos por hora.
7. Finalmente, accionar protección de marcha continua con el botón que se identifica como continues run.

4.3.2 Manipulación en estación de limpieza

La manipulación de esta área de la máquina se realiza por medio del panel intermedio que consta de cuatro botones de la siguiente manera:

1. para mantener el soporte del molde macho en la parte superior debe pulsarse el botón de subir rama, que se identifica como chase up;
2. si el caso fuera de que el soporte debe posicionarse en la parte inferior se pulsará el botón de bajar rama, identificado como chase down;
3. una vez posicionado el molde macho con el molde hembra en la posición normal de trabajo, es decir, rama en parte inferior , la estación de limpieza puede empezar a trabajar, para ello debe asegurarse la rama por medio del seguro de sujeción, girando la palanca que se encuentra en la parte intermedia de la rama.

Figura 20 : Esquema del panel de control de estación de limpieza

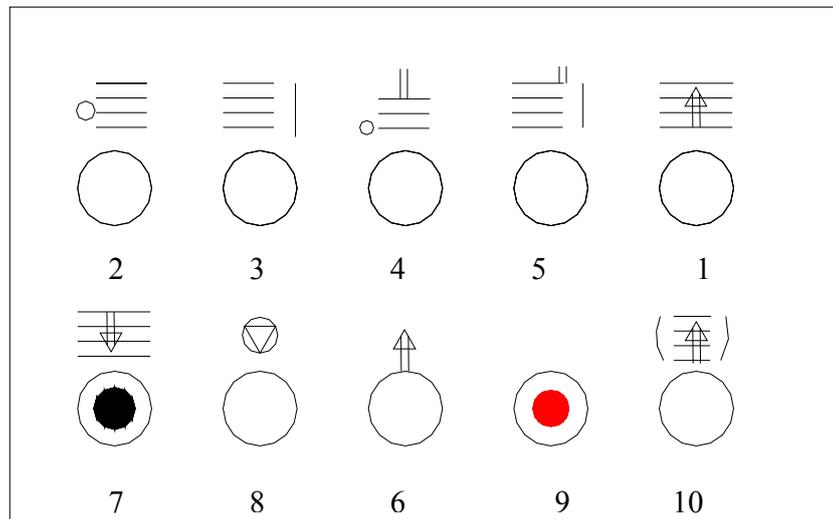


Fuente: Dibujo en auto formas

4.3.3 Instrucciones de uso para el alimentador

A continuación se describirán los pasos para activar el paso de pliegos al inicio, como el cambio de pila durante el proceso para no parar la máquina; para ello, se aplica el esquema del panel de control del alimentador del troquel plano de la siguiente manera:

Figura 21 : Panel de control del alimentador



Fuente: dibujo en autocad 2000

Para alimentar al inicio cuando el arreglo del trabajo esté listo y se disponga arrancar, se deben realizar los siguientes pasos:

1. con el botón que se encuentra en el extremo superior derecho y está identificado con el número 1, al accionarlo sube la pila de pliegos, aproximadamente, situado a unos 5 mm de los succionadores;

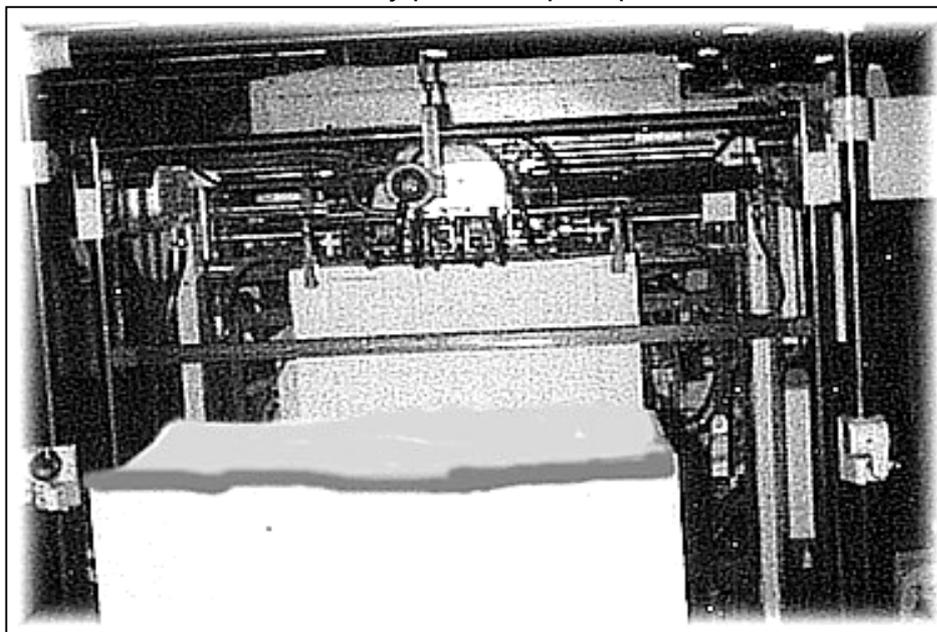
2. pulsar el botón que está identificado como 2 para desactivar el paso de pliegos por la mesa marcadora;
3. cuando ya se ha cerciorado que la pila se encuentra al nivel correcto, pulsar el botón número 3 para activar el paso de pliegos por la mesa marcadora, el alimentador en este instante funcionará pero no hay paso de pliegos aún;
4. para permitir que los pliegos sean succionados por las ventosas del alimentador, se debe pulsar el botón número 4, al llegar a este paso, los pliegos pasan en forma normal y la máquina los troquela;
5. si hay problemas en los cuales se debe ajustar el registro mecánico del troquel, y, se quisiera interrumpir el paso de los pliegos, se debe pulsar el botón identificado con el número 5.

Debe tomarse en cuenta que las instrucciones anteriores se realizan al inicio del proceso, pero, se hará cuando una pila se acaba y se debe introducir otra al alimentador, esto, sin la necesidad de parar la máquina, para ello, se debe seguir con los siguientes pasos:

6. introducir espadas en las ranuras del tablero, y, posicionar la barra cargadora auxiliar de levante de pila;
7. en este momento están aislados los pliegos de la pila que se van a terminar y la base o plataforma donde se coloca la pila nueva , manteniendo pulsado el primer botón del panel de control de la segunda fila identificado con el número 7 para lo cual debe bajarse la plataforma del alimentador;

8. ya montada la nueva pila pulsando el botón número 1 se sube la pila;
9. la pila, en este momento, se eleva pero cuando se observe que, aproximadamente, falte 1 pulgada para contactar con la pila que está en la parte superior se pulsa el botón identificado como 8, esto con la finalidad de frenar la pila para que no choque con la otra;
10. inmediatamente después de frenar la pila, hay que pulsar el botón número 9 para que se realice una subida automática de la plataforma;
11. al observar la pila con el cargador auxiliar se debe liberar éste, se hará pulsando del botón 10 y por último, únicamente se deben sacar las espadas cargadoras.

Figura 22 : Vista del alimentador y pila en espera para alimentar



4.3.4 Panel de indicadores

A continuación se describirán los indicadores y la manera de desbloquearlos cuando éstos se accionen en el troquel plano. Hay que tener en cuenta que en este panel están ubicados los botones de marcha, embrague, bocina y el de parada, estos son los cuatro que están localizados en la parte de extrema izquierda.

Indicador de peligro es el que se encuentra en la parte superior izquierda, se identifica con el color rojo, éste se acciona cuando la máquina sufre un paro violento a causa de atoramiento de material. En ese orden, de izquierda a derecha, el siguiente indicador es el que advierte problemas en el recibidor, esto ocurre porque se accionan los palpadores de bajada de la pila ya troquelada a causa de atoramiento de un pliego, la solución es limpiar el área del recibidor hasta sacar todos los pedazos del pliego atorado y arrancar de nuevo la máquina.

El siguiente indicador siempre en el sentido de izquierda a derecha, es el que hace aviso de acumulación de material en la salida de troquelado a la estación de limpieza, de igual manera, éste se desbloquea quitando los pliegos que se acumularon.

El primer indicador de la segunda fila permite identificar que alguna cadena de transporte de pinzas está floja. El siguiente se activa cuando la plancha de la platina está afuera y ocurre debido a que se está realizando cualquier ajuste al arreglo de hendido o al molde de troquel, al finalizar; los ajustes el operador introduce la plancha y arranca la máquina de nuevo.

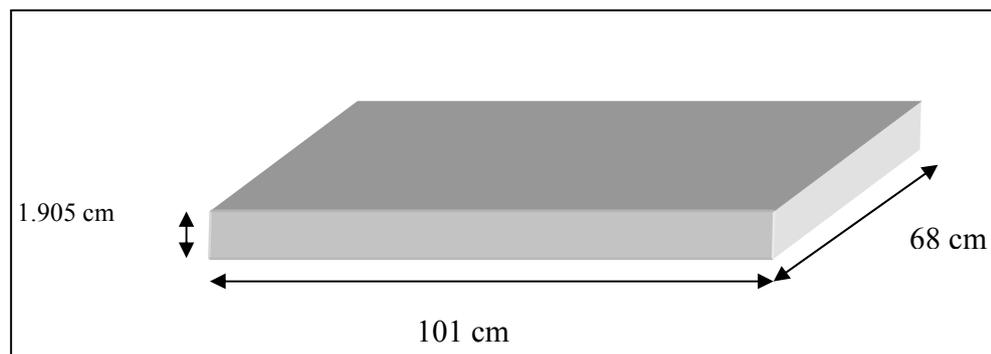
4.4 Accesorios para el troquelado

Se conoce como accesorios a los elementos que forman parte del equipo de la máquina, pero, que se pueden desmontar y manipular en el exterior del mismo.

4.4.1 Moldes de troquel

En el capítulo uno se describió lo que es un molde de troquel, los elementos que lo integran y cómo va conformado. Aquí se reportan, principalmente, las medidas que debe llevar un molde, con el que se quiera trabajar en un troquel plano. Estos moldes son de madera un grosor de 19.05 mm, la clase de madera puede ser la misma con la que se elaboran los moldes de troqueles cilíndricos, entre ellas, podemos citar la mapple y finish virp. De largo n molde para troquel plano es de 68 cm y de ancho son 101 cm.

Figura 23 : Dimensiones del molde para troquel plano

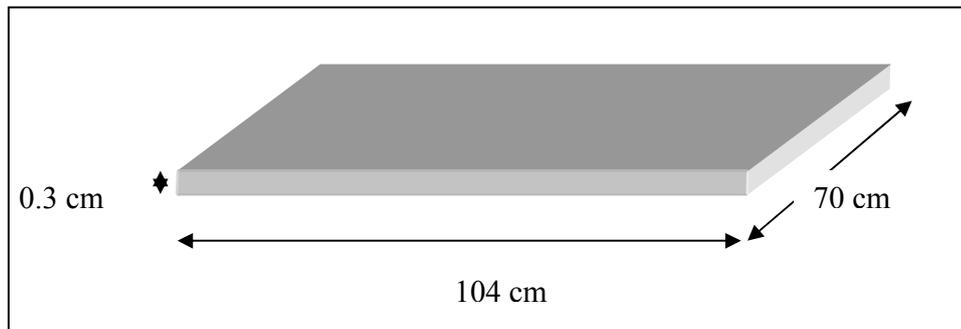


Fuente : Dibujo en office 2000

4.2.2 Planchas de contra molde

Una plancha de contra molde, es una plancha de aluminio la cual forma el arreglo de matrices para sisas de hendido. Esta plancha se instala en la platina del troquel y las dimensiones se representan en la siguiente figura.

Figura 24 : Representación de una plancha de contra molde con dimensiones



Fuente : Dibujo en office 2000

4.5 Factores a tomar en cuenta en el troquelado

Cuando se da inicio a la operación de troquelado de embalajes y durante toda la operación, deben mantenerse ciertas condiciones a las que se puede limitar la realización de la operación. Estas condiciones determinan la calidad y la utilidad que puede tener el empaque, esto es en cualquier proceso de manufactura donde se posee materiales y, de ello, se tiene que percibir un producto o, bien, la forma en que podemos describir estas características.

4.5.1 Resistencia al roce

Esta condición es muy importante ya que determina la capacidad de un pliego a resistir la manipulación necesaria para ser troquelado sin sufrir algún daño en su superficie. Existen aparatos, los cuales someten un área de pliego impreso a varias repeticiones de presión, y, si esta muestra resultara con rayones y desprendimiento de tinta no se podrían troquelar dichos pliegos.

4.5.2 Guía de verificación

Debe existir algún artículo con el cual se pueda corroborar la forma correcta del empaque a elaborar, es decir, describir los cortes, las sisas, los perforados, y en, sí mostrar cómo es que el cliente requiere sus embalajes, esto se puede lograr mediante la incorporación de una gráfica ploteada a escala natural del embalaje a producir. Con ésta, el operador puede realizar una comparación y garantizar el proceso.

4.5.3 Registro de troquel

Un registro se determina por la uniformidad en que el pliego entra a la estación de troquelado y, como resultado, da una buena presentación del empaque . Un mal registro puede obedecer a la variación de la impresión, es decir que por algún motivo, cuando se imprimieran los pliegos tuvieron problema y se mantuvieron variando en el centrado de la impresión, en este caso que queda más de tratar de identificar la variación y realizar una separación de los mismos.

Otra causa de variación del registro puede ser en la máquina ya que una mala colocación del registro mecánico, mala graduación de los topes frontales y laterales por parte del operador e, incluso, un desajuste de las pinzas que atrapan los pliegos, puede llegar a que este problema se presente.

4.5.4 Los reventones

Éstas son rasgaduras o cortes indeseados que aparecen a causa de una sobre presión, mala colocación de las sisas de hendido y acumulación de desperdicio en la plancha de contra molde.

5. SEGUIMIENTO

5.1 Control mediante el registro de operaciones

El control mediante un método que permita captar lo más cercano posible a los hechos reales y diarios que ocurren en la realización de la operación de troquelado es de mucha utilidad para observar los factores que influyen de manera positiva o negativa. No basta con generar entes que supervisen las tareas ¿por qué se dice esto? se puede decir que no es lo mismo observar cómo se realizan las cosas a, realmente, llevarlas a cabo, por ende, debe proporcionarse una herramienta a quien realiza las actividades de operación, en nuestro caso al operario de la máquina, para que sea él quien proporcione los detalles, hasta los mínimos, con los que él tiene que lidiar para llevar a cabo su trabajo.

Es por ello que los administradores deben preocuparse, si quieren saber los factores que disminuyen o los que realmente aportan para el aumento de la productividad. De generar registros diarios de operaciones y esto no es más que una bitácora de actividades donde se pueden grabar los pasos a seguir desde el inicio del turno del operador hasta el final de su jornada diaria laboral.

Al introducir el uso de boletas diarias de registro dónde se especifiquen primeramente datos básicos de la persona, posteriormente, información concerniente al trabajo que se está elaborando, esto, con el fin de captar deficiencias en el diseño y, además, facilitar el rastreo del producto por parte de planificación.

5.1.2 Registro de índices de productividad

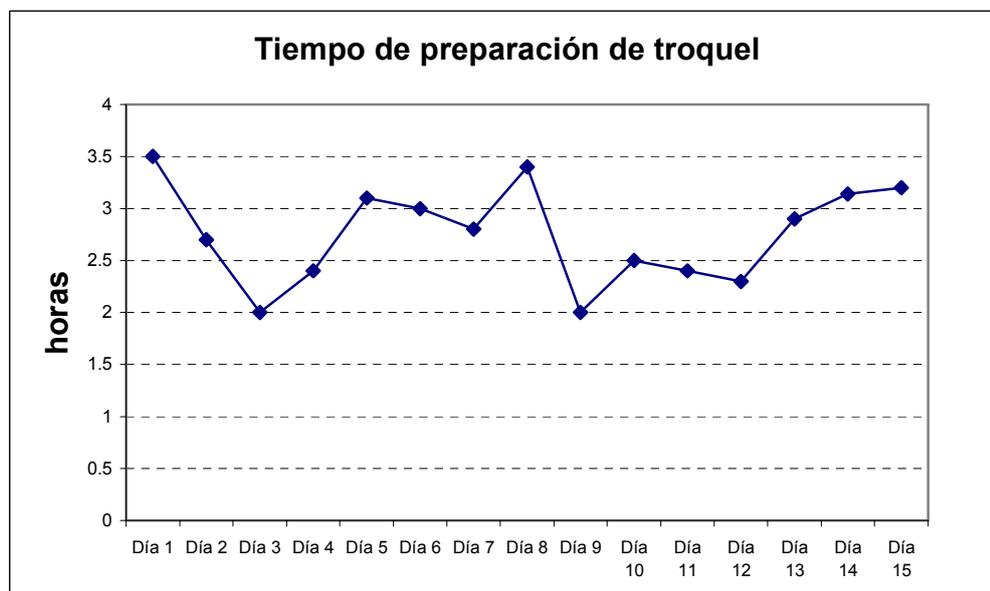
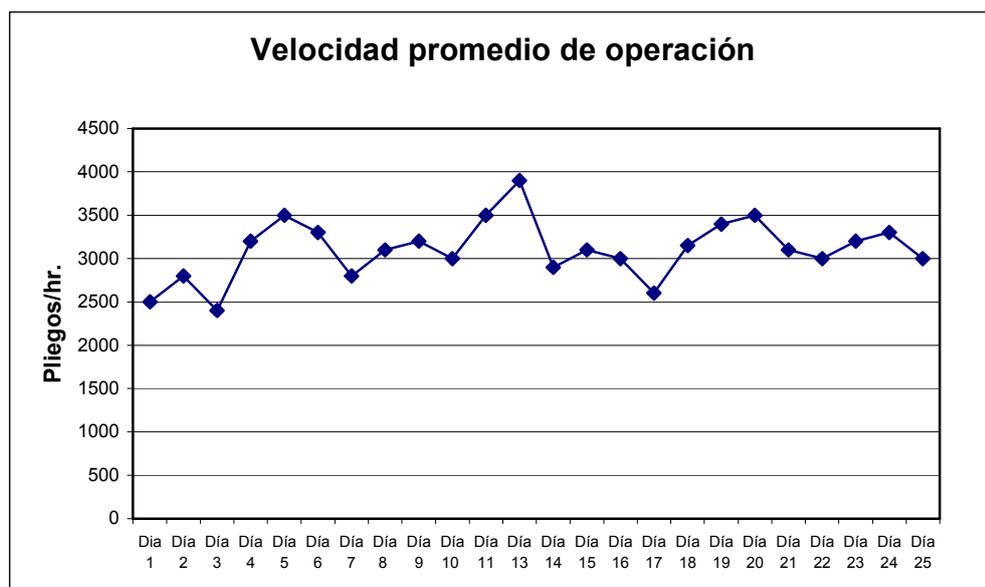
No se trata de generar algún papel o registro para almacenar índices calculados, sino, crear la conciencia en que un control, si es efectivo, genera resultados tanto a largo como a corto plazo, ya que generan acciones correctivas. Se dice esto ya que toda empresa debe contar con un sistema de control que no es más que una secuencia de eventos lógicamente coordinados y previamente establecidos los cuales permiten crear y mantener metas en este caso de producción.

Los análisis los realizan personas capacitadas que pertenecen a producción, si bien con el establecimiento de tarjetas de información de operaciones se opte por datos valiosos, que servirían si no se crean métodos de almacenaje e interpretación de los mismos. De igual manera como se vio en el capítulo tres, si se generan índices de eficiencia como coeficientes numéricos dice poco; pero si estos índices se almacenan y los comparan mes a mes podemos determinar si la eficiencia mejoró o viceversa con respecto al período anterior. Y si se representan estos índices en una gráfica de dispersión, fácilmente cualquiera, podría observar y realizar sus propias conclusiones.

Por ende, este trabajo no se limita a decir que con una gráfica de dispersión puede tener un seguimiento, sí podrían realizarse charlas de capacitación, premios por metas de calidad y de producción y otras actividades que permitan el sostenimiento y mejoramiento de la operación de troquelado.

5.2 Gráficos de representación de la velocidad de operación y tiempo de preparación

figura 26 : Gráficas de tiempo de operación y preparación



5.3 Análisis en la operación de separación de cajas

Esta operación es manual y consiste en que la persona que la realiza con un martillo, desprende el desperdicio del área que ocupa la caja para empaque. Con el troquel cilíndrico es imposible lograr que por sí mismo se deshaga del cartón que únicamente sirve para basura, y, además, por la vuelta que ejerce el cilindro de presión es necesario que se hagan muescas de amarre para evitar que la continuidad del proceso sea interrumpida por que el pliego se desforme en la platina y caiga cartón en la cremallera de la misma.

Las muescas de amarre y, además, la imposibilidad de no quitar desperdicio, hace que la tarea de desprender manualmente las cajas para empaque sea difícil y tardada. Pero con la utilización del troquel plano esta situación mejora, ya que esta máquina posee una estación de limpieza que es donde el desperdicio cae y se lleva a la basura, es de notar que, si bien, del pliego troquelado se logra evacuar hasta un 80 % del desperdicio, el otro 20% debe realizarse manualmente pero con la salvedad de que las muescas de amarre son menos y más pequeñas. Esto permite que al separar con martillo el desperdicio de las cajas para empaque disminuya el esfuerzo por parte de la persona, aumenta la velocidad de separación y, a la vez, se convierte en una operación más productiva.

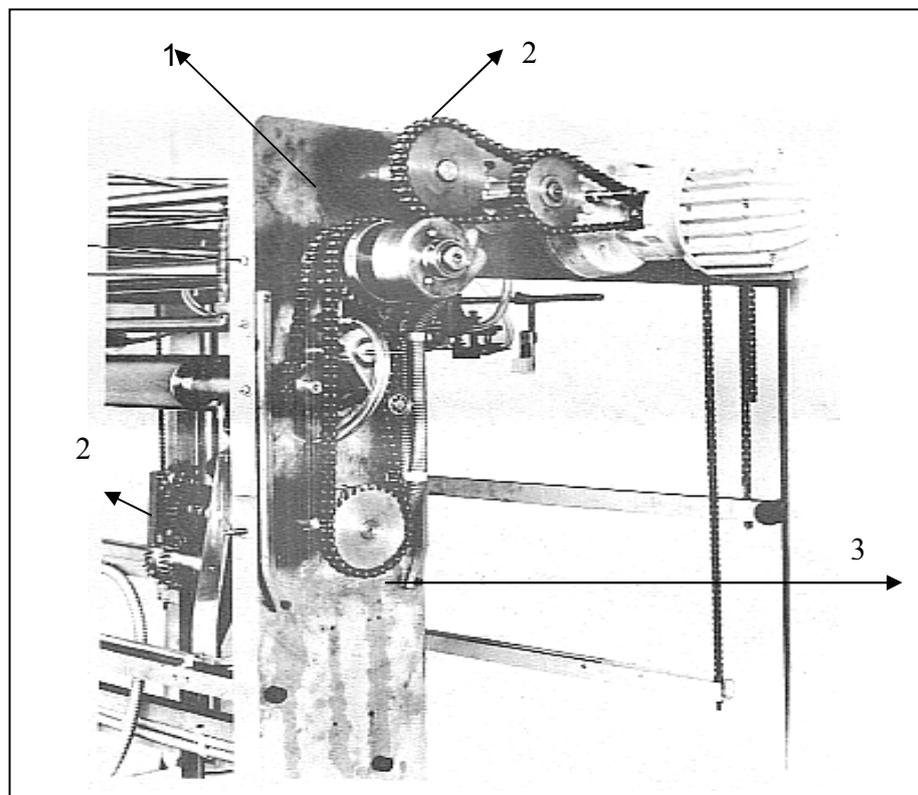
Que se usa para la separación de desperdicio como se había mencionado en el capítulo 1, un molde macho y un molde hembra, la máquina lo que hace es unirlos y la acción que hace uno sobre el otro, ejerce presión sobre el pliego ya troquelado botando el desperdicio.

5.4 Actividades de mantenimiento preventivo del troquel plano

Como actividades de mantenimiento preventivo del troquel plano, se llamará aquellas que han sido planificadas y programadas con anticipación y cuyo objeto es la conservación de las partes que componen la máquina, para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina.

1. Desensamblar guardas de protección del alimentador
2. Limpiar levas y cadenas con líquido desengrasante
3. Sopletear con aire a presión las levas y cadenas limpias
4. Inspeccionar que las cadenas y levas estén en buen estado

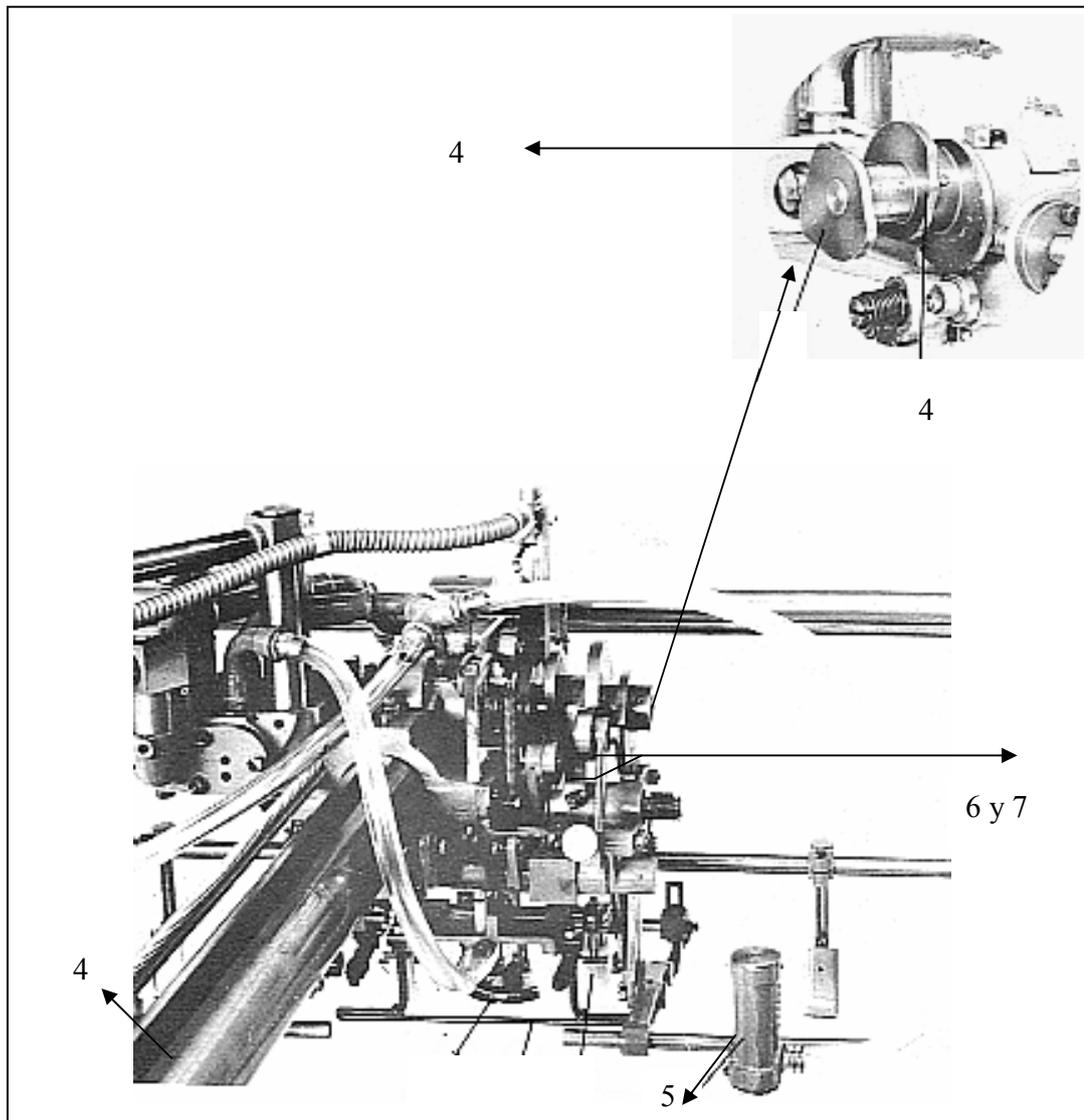
Figura 27: Esquema lateral del alimentador del troquel



Fuente: Manual Mabeg Non Stop Pag. 2

4. Limpiar levas y ejes
5. Limpiar succionadores y lubricar con grafito
6. Lavar cojinetes
7. Lubricar levas y cojinetes con aceite

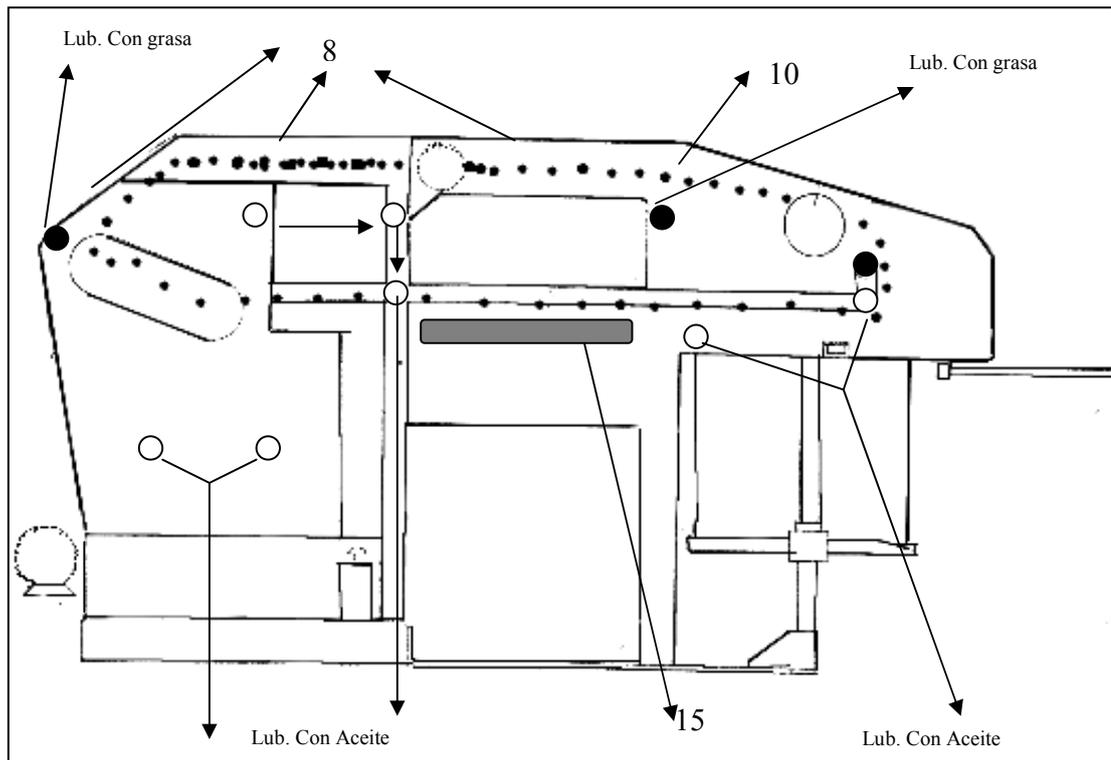
Figura 28: Cabezal del alimentador con ampliación en vista de levas



Fuente: Manual Mabeg Non Stop Pag. 5

8. Desmontar protectores de la parte superior
9. Limpiar superficie en general con aire a presión y gas
10. Desmontar cadenas y barras de transporte de pliegos
11. Lavar con gas cadenas
12. Lubricar cadenas con aceite G8
13. verificar las barras de transporte que no tengan daño si tienen algún golpe o distorsión se puede corregir, si están quebradas, reemplazarlas
14. Montaje de cadenas y barras de transporte de pliegos
15. Limpieza e inspección de estación de limpieza
16. Lubricación en puntos de engrase

Figura 29 : Cuerpo de la máquina troqueladora



Fuente: Dibujo elaborado en programa editor grafico

CONCLUSIONES

1. Las principales máquinas que se utilizan en la elaboración de empaques que, como materia prima, utilizan el cartón, son las máquinas troqueladoras cilíndricas y las planas automáticas.
2. Para fijar la máquina se utilizaron anclajes del tipo seguridad de alta capacidad de carga, resistente a las altas temperaturas, con par de apriete regulado.
3. Con un troquel plano se gana en velocidad respecto de la operación y aumento en la eficiencia, asimismo, versatilidad del producto. Además, al tener incorporada una sección de limpieza, el troquel ofrece material libre de desperdicio el cual facilita la separación manual de los embalajes finales.
4. Para llevar a cabo la operación de la máquina troqueladora, se creó una serie de instrucciones ordenadas para la operación y preparación, del trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Al instalar cualquier tipo de maquinaria, si los costos no son una limitante, primero se debe hacer un estudio de suelos, para diseñar un cimiento que cumpla con los requerimientos de carga.
2. Cuando se va adquirir una máquina es de mucha importancia solicitar manuales de operación y de mantenimiento, que se han ilustrado y explicado, de manera accesible a quienes los usarán.
3. Existen máquinas troqueladoras planas que permiten desprender todo el desperdicio que produce la operación de troquelado, esto se realiza mediante la incorporación de una cuarta estación que desprende el desperdicio sobrante en la estación de limpieza.
4. Cuando se esté perforando para introducir los anclajes, limpiar de forma adecuado y cerciorarse de que no existan impurezas en la cavidad ya que esto reduce la resistencia de los anclajes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugener A. Y Theodore Baumeister III. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 9na. ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 1995.
2. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo**. México: Editorial Mc Graw Hill, 1998.
3. Koenig, Daniel T. **Productividad y Optimización Ingeniería de Manufactura**. 2da. Ed. México: Editorial Marcombo, S.A. 1990.
4. **Manual Heidelberg Operation**. s.l. s.e. 1975
5. **Manual Técnico de Productos Hilti**. s.l. s.e. 2003
6. Trax, **Matrices de Alta Eficiencia** (U.S.A. s.e. 2002), p. 1,2
7. Oscar Lucas Penagos, **Instalación y Aplicación de Anclajes Mecánicos y Epóxicos de Inyección**. Tesis Ing. Civil Guatemala, Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Ingeniería

ANEXOS

Fig. 32 : Representación del troquel ya instalado con todas sus partes en la cual se indican los puntos de fijación.

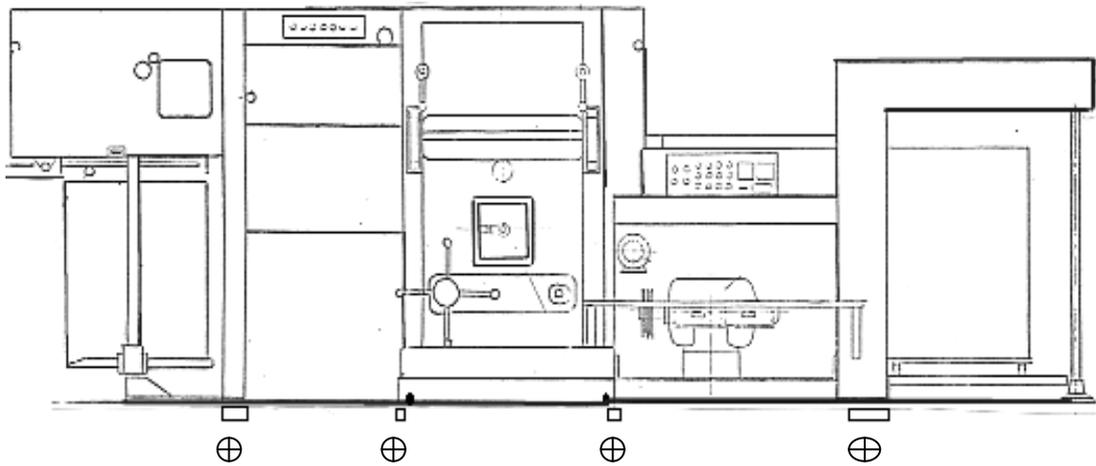
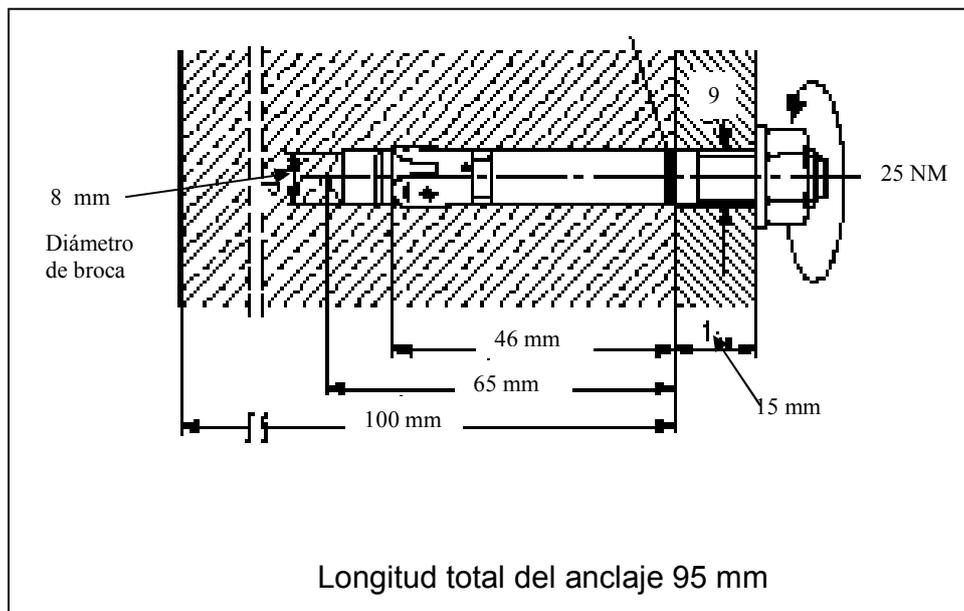


Fig. 33 : Anclaje de seguridad de par controlado, usado en la fijación de la máquina



Fuente: Manual Hilti Pág. 11

