

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Propuesta de Mejoras en la Planificación de la Producción para el
Área de Convertidoras en una Línea de Fabricación de Cajas de
Cartón”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

María Evelyn Machuca Balanzátegui

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por permitirme culminar mi carrera con éxito, a mi familia por su apoyo incondicional y a todos los que de una u otra manera aportaron en mi vida positivamente.

DEDICATORIA

A MIS PADRES MARIA Y
WALTER, A MIS HERMANAS
ELIANA Y EMILY, Y A MI
ABUELITA ELENA.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Denise Rodríguez Z.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Kleber Barcia V.
VOCAL

Ing. Marcos Buestán B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

María Evelyn Machuca Balanzátegui

RESUMEN

La presente tesis consiste en un estudio con el fin de plantear mejoras en la planificación de la producción para el área de convertidoras en una línea de fabricación de cajas de cartón. La empresa objeto de estudio es una compañía cartonera, que se dedica a elaborar cajas plegadizas de cartón corrugado y micro corrugado, cuyos productos van destinados para una gama amplia de clientes dentro del mercado nacional y de exportación.

En la actualidad la planta de producción de esta empresa se encuentra manejando su planificación sobre la base de registros que contienen tiempos de preparación y corrida de máquina que fueron establecidos en un determinado momento al inicio del negocio, pero que hoy en día se encuentran obsoletos y por tanto se requiere determinar los nuevos estándares para desarrollar las operaciones productivas.

Un problema que surge durante la estandarización de tiempos, es que el método de preparación de máquina no ha sido revisado de tal forma que se utilicen de manera eficiente los recursos de la estación de trabajo.

Por tanto, la tesis tiene como objetivo principal el proponer mejoras a la planificación de la producción en el área de convertidoras, consideradas como unidades clave, a través de mejoras en el método de preparación de máquina y la definición del tiempo estándar respectivo.

La metodología con la que se va a abordar el problema de investigación, inicia con la exploración preliminar de las actividades de la estación de trabajo, luego se aplica el análisis de operaciones con el cual se estudian los factores que afectan el método y se utilizan los fundamentos del SMED para definir el método ideal de preparación de máquina en el área de convertidoras, se mide el tiempo requerido para estas actividades, se establece el tiempo estándar de trabajo y se comparan los resultados obtenidos con la situación inicial.

Finalmente, se presentará una propuesta de mejora a la planificación de la producción con base en los resultados obtenidos en el estudio del método y de los tiempos de preparación, así como un análisis para cuantificar los beneficios y los costos de tal implantación.

Con este trabajo se pretende obtener los siguientes resultados:

- Reducir el porcentaje de los tiempos improductivos en un 7%.
- Aumentar el índice de cumplimiento de producción planificada en 10%.

- Incrementar la eficiencia de máquinas en un 5%.
- Incrementar la confiabilidad para que los clientes reciban sus productos la hora determinada.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	VIII
SIMBOLOGÍA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	3
1.1 Importancia del estudio	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Metodología a utilizar en el desarrollo de la tesis.....	7
1.5 Estructura de la tesis	10

CAPÍTULO 2

2. SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA	13
2.1 Descripción general de la empresa	13
2.1.1 Distribución de planta y descripción del proceso	13
2.1.2 Productos que elabora.....	20
2.1.3 Sus clientes	23
2.2 Procedimiento para la planificación de la producción.....	24
2.3 Análisis de la situación actual de la empresa	29
2.3.1 Análisis del comportamiento de la demanda vs. Oferta por área de producción.....	29
2.3.2 Análisis de costos por mantener inventario por cada área de producción	32
2.3.3 Análisis de costos por desperdicios de materia prima por área de producción	33
2.3.4 Análisis de niveles de producción defectuosa relacionada a la producción por área	34
2.3.5 Análisis de tiempos de paras no planeadas relativo al tiempo total improductivo por área.....	35
2.4 Selección del área crítica del proceso productivo.....	37
2.5 Planteamiento del problema	38

2.5.1	Análisis de eficiencia por máquina convertidora	38
2.5.2	Análisis del cumplimiento de la producción planificada	40
2.5.3	Análisis de tiempos improductivos por convertidora	41
2.5.4	Diagnóstico de la situación actual de la empresa	44

CAPÍTULO 3

3.	MARCO TEORICO REFERENCIAL	49
3.1	Definición gráfica de procesos y actividades	49
3.2	Análisis de operaciones	52
3.3	Fundamentos del SMED	56
3.4	Capacitación	58
3.5	Medición de trabajo	60
3.6	Planificación de la producción	70

CAPÍTULO 4

4.	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	73
4.1	Exploración preliminar de las actividades de preparación de máquina	74
4.2	Aplicación del análisis de operaciones	79
4.3	Definición del nuevo método de trabajo	95
4.4	Medición del tiempo de preparación de máquina	110

4.4.1 Capacitación de los operadores	110
4.4.2 Toma de tiempos	114
4.4.3 Cálculo del tiempo estándar	118
4.5 Comparación de los resultados obtenidos con la situación inicial	121

CAPÍTULO 5

5. PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	126
5.1 Propuestas de mejora	126
5.2 Simulación de resultados	146
5.3 Análisis de costo – beneficio	149

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	160
--	-----

APENDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Abr.	Abril
Ago.	Agosto
Conv.	Convertidora
D.B.	Doble baker
Dic.	Diciembre
Dpto.	Departamento
Ene.	Enero
Feb.	Febrero
Hrs.	Horas
Jul.	Julio
Jun.	Junio
Kg.	Kilogramo
Mar.	Marzo
May.	Mayo
Min.	Minutos
M.P.	Materia prima
N.N.	No nombre
No.	Número
Nov.	Noviembre
Oct.	Octubre
Sem.	Semana
Seg.	Segundos
Sep.	Septiembre
S.M.E.D.	Single minute Exchange die
Und.	Unidad
vs.	Versus

SIMBOLOGÍA

\$	Dólar
%	Porcentaje
&	Y
E	Eficiencia
P _R	Producción real
P _T	Producción teórica
T _s	Tiempo estándar
T _m	Tiempo medio observado
f	Calificación de la actuación
t	Tolerancia
B/N	Bottle neck (cuello de botella)

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Metodología para desarrollo del proyecto de investigación.....	7
Figura 2.1. Esquema de distribución de planta.....	14
Figura 2.2. Esquema del corrugador	16
Figura 2.3. Diagrama del proceso de corrugado de láminas de cartón	17
Figura 2.4. Diagrama del proceso de conversión de láminas de cartón	18
Figura 2.5. Lámina de pared sencilla.....	21
Figura 2.6. Lámina de doble pared.....	21
Figura 2.7. Diseño de cajas	22
Figura 2.8. Clasificación de sus clientes.....	24
Figura 2.9. Procedimiento de planificación de la producción.....	26
Figura 2.10. Comportamiento Demanda vs. Oferta (Und. de Producción) ..	30
Figura 2.11. Comportamiento Demanda vs. Oferta (Venta en dólares).....	31
Figura 2.12. Costo del inventario por unidad almacenada	32
Figura 2.13. Costo de desperdicio en materia prima por kilo utilizado	34
Figura 2.14. Relación producción defectuosa sobre producción real	35
Figura 2.15. Tiempo improductivo por área de producción	36
Figura 2.16. Eficiencia en el tiempo por máquina de conversión.....	39
Figura 2.17. Relación producción real vs. Producción planificada.....	40
Figura 2.18. Relación tiempo de producción vs. Tiempo total de jornada ...	41
Figura 2.19. Causa de paras no programadas	43
Figura 3.1. Diagrama de proceso de grupo	51
Figura 4.1. Carga de trabajo por convertidora	75
Figura 4.2. Esquema de máquina convertidora	76
Figura 4.3. Gráfico para análisis de operaciones	84
Figura 4.4. Gráfico para análisis de desperdicio.....	88
Figura 4.5. Diagrama proceso preparación de máquina método actual	90
Figura 4.6. Participación de personal durante preparación de máquina....	92
Figura 4.7. Diagrama de recorrido.....	93
Figura 4.8. Diagrama de grupo – método sugerido	101
Figura 4.9. Método sugerido de preparación convertidora Caso 1	103
Figura 4.10. Método sugerido de preparación convertidora Caso 2	105
Figura 4.11. Método sugerido de preparación convertidora Caso 3.....	107
Figura 4.12. Método sugerido de preparación convertidora Caso 4.....	109
Figura 4.13. Incremento participación de personal en preparación	124
Figura 5.1. Eficiencia en tiempo disponible	128
Figura 5.2. Zonas destinadas para almacenamiento de láminas.....	136
Figura 5.3. Registro de producto en proceso por zona.....	138
Figura 5.4. Ventana de simulación – parámetro convertidora	147
Figura 5.5. Ventana de simulación – parámetro tipo de cambio.....	148
Figura 5.6. Ventana de simulación – parámetro tamaño de pedido	149

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Resumen parámetros comparativos entre áreas.....37
Tabla 2	Planteamiento síntomas y causas del problema 1/244
Tabla 3	Planteamiento síntomas y causas del problema 2/246
Tabla 4	Tabla de la General Electric64
Tabla 5	Destreza o habilidad.....66
Tabla 6	Consistencia67
Tabla 7	Condiciones.....67
Tabla 8	Esfuerzo o desempeño.....68
Tabla 9	Márgenes o tolerancias69
Tabla 10	Materiales de la estación.....74
Tabla 11	Actividades de preparación de máquina.....77
Tabla 12	Clasificación de actividades por categoría de trabajo.....80
Tabla 13	Tiempos de preparación por convertidora82
Tabla 14	Resumen de tiempos de preparación de convertidora83
Tabla 15	Actividades de preparación para estandarización 115
Tabla 16	Número de observaciones para estudio de tiempo117
Tabla 17	Resultado de estudio de tiempos y aplicación de factores120
Tabla 18	Resumen de tiempos estándar de preparación 121
Tabla 19	Cuadro comparativo de tiempos histórico vs. actual 122
Tabla 20	Resumen de la reducción de tiempo de preparación123
Tabla 21	Resumen de cuadro comparativo.....123
Tabla 22	Cálculo de la eficiencia total del equipo.....129
Tabla 23	Velocidad teórica por convertidora131
Tabla 24	Codificación de zonas para almacenamiento de láminas..... 137
Tabla 25	Tiempo de preparación de máquina – Caso 1 141
Tabla 26	Tiempo de preparación de máquina – Caso 2.....142
Tabla 27	Tiempo de preparación de máquina – Caso 3.....143
Tabla 28	Tiempo de preparación de máquina – Caso 4.....144
Tabla 29	Resumen de tiempo de preparación de máquina 145
Tabla 30	Análisis costo vs. Beneficio 159

INTRODUCCIÓN

La presente tesis consiste en un estudio que permita plantear mejoras en la planificación de la producción del área de convertidoras en una línea de cajas de cartón.

Previo al estudio de tiempo, requerido para establecer tiempos estándar actualizados de acuerdo a las condiciones al momento reales de trabajo, se analizó el método de trabajo. Entre las herramientas utilizadas se contó con el análisis de operaciones, con la aplicación de varios de sus principios se logró definir un método de preparación de máquina que utilice eficientemente los recursos de la estación de trabajo. De la misma forma, el S.M.E.D. fue un pilar de importancia en nuestro análisis puesto que cuando se menciona reducción de tiempos de preparación, esta es una de las herramientas que más se alinea con este objetivo.

Una vez establecido el método recomendado, y sus actividades; se procedió a desarrollar la metodología del estudio de tiempos que nos permitió tomar muestras valiosas de tiempos de trabajo, para posteriormente estandarizarlos con la aplicación de factores de actuación del operario y de tolerancia de las condiciones de trabajo. Se presentó los resultados en comparación con la información actual con la que se contaba.

Se plantearon algunas propuestas de mejora a la planificación de la producción, entre las cuales se presentó un cuadro que permite simular una corrida de producción, y en base a información del tipo de cambio, de la convertidora en la que se va a hacer el trabajo, y el tamaño del pedido, se puede calcular el tiempo requerido desde la preparación de máquina hasta salida de la última unidad del pedido.

Finalmente se elaboró un análisis costo beneficio, que permitió evaluar los beneficios obtenidos en cuanto a los ahorros logrados por las mejoras planteadas versus los costos en que se debería incurrir para poner en práctica dichas mejoras. Esto deja de manifiesto la factibilidad económica del proyecto.

CA0PÍTULO 1

1. GENERALIDADES.

1.1 Importancia del estudio.

El trabajo que se va a desarrollar en esta tesis va dirigido hacia el planteamiento de una propuesta de mejoras en la planificación de la producción para el área de convertidoras.

En la actualidad, el departamento de planificación de la producción establece su plan de trabajo utilizando tiempos de preparación y velocidades reales de producción de las máquinas que se establecieron en un determinado momento hace tiempo. Por petición del Jefe de Planificación, se requiere que estos tiempos y velocidades sean actualizados a las condiciones de trabajo actuales, puesto que se requieren nuevos datos estándares para desarrollar la planificación de la producción; además se presentan

altos índices de tiempos improductivos por causa de paras no programadas.

Un inconveniente que se presenta al momento de estandarizar los tiempos de preparación, es que el método utilizado no ha sido revisado de forma tal que se utilicen eficientemente sus recursos. En base a esta situación, se ve la necesidad de llevar a cabo un primer análisis del método de preparación de máquina y detectar puntos en los que se puedan proponer mejoras.

Finalmente se presentará una propuesta de mejoras en la planificación de la producción, las mejoras propuestas para el método de trabajo y los resultados obtenidos en la estandarización de tiempos; todo cuantificando los beneficios obtenidos de las propuestas en mención y los costos de ponerlas en práctica.

1.2 Objetivos de la investigación.

1.2.1 Objetivo general.

Proponer mejoras en la planificación de la producción del área de convertidoras para una línea de cajas de cartón.

1.2.2 Objetivos específicos.

1. Definir un método de trabajo adecuado para la preparación de máquinas en el área de convertidoras.
2. Establecer tiempos estándares de preparación de máquina y velocidad real de producción.
3. Reducir el porcentaje de tiempo improductivo en 7%.
4. Mejorar el cálculo de eficiencia de las máquinas.

1.3 Justificación de la investigación.

La investigación propuesta busca mediante la aplicación de la teoría, metodología y conceptos del análisis de operaciones, SMED, ingeniería de métodos y estudio de tiempos; proponer mejoras en la planificación de la producción para el área de convertidoras, estableciendo tiempos estándares que nos permitan elaborar un plan efectivo de trabajo.

Los resultados que se obtengan tienen una aplicación concreta, establecer el método más adecuado de trabajo antes de definir tiempos estándares preparación de máquinas y velocidades de producción, que permitan planificar de mejor manera la producción con datos certeros.

Entre los factores importantes por los cuales se realiza un estudio de tiempos para definir tiempos estándares de un método de trabajo, se tiene que si se aplica de forma correcta permiten a la empresa:

- Reducir los costos: al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos.
- Mejorar los resultados de una producción planificada: los tiempos estándares permiten establecer una planificación de las corridas de producción y del tiempo del operario más real.

1.4 Metodología a utilizar en el desarrollo de la tesis.

A continuación se detalla la metodología a seguir paso a paso:

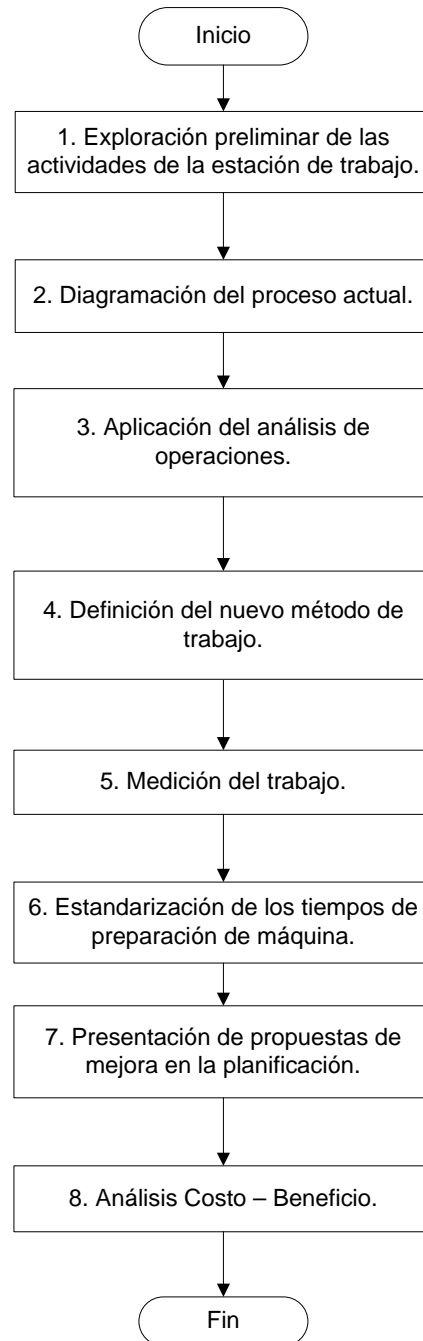


FIGURA 1.1. METODOLOGÍA PARA DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. Exploración preliminar de las actividades de la estación de

trabajo.- Revisión inicial de forma general de las actividades que envuelven a la preparación de la máquina, del método empleado por el personal para alistar la convertidora al realizar un cambio de corrida de producción. Se requiere este tipo de exploración preliminar de las actividades, para describir los pasos y cada una de las actividades involucradas.

2. Diagramación del proceso actual.-

Elaborar un diagrama nos proporciona una descripción sistemática del ciclo del trabajo, y se logra apreciar la participación de cada operador y la labor que cumple dentro del proceso.

3. Aplicación del análisis de operaciones

Se analizan las actividades de preparación de máquina con la aplicación de esta herramienta, puesto que el análisis de operaciones es un proceso sistemático que cuenta con diez enfoques primordiales empleados para estudiar todos los factores que afectan el método con el que se realiza una operación. A través de este análisis, se puede definir el mejor método disponible para llevar a cabo este trabajo.

4. Definición del nuevo método de trabajo.- Tomando el análisis de operaciones, se define una propuesta que mejore los tiempos de preparación de máquina, definiendo un nuevo método de trabajo.

5. Medición del trabajo.- Se miden los tiempos de las actividades de preparación de máquina definidas en el nuevo método de trabajo.

6. Estandarización de los tiempos de preparación.- A los tiempos de las actividades que han sido registrados, se les aplica un factor de nivelación por causa de la actuación del personal y un margen o tolerancia por causa de las condiciones del trabajo. Se definen los tiempos que toma la preparación de máquina.

7. Presentación de propuesta de mejoras en la planificación.- Se resumen la propuesta de mejoras planteadas que definen el nuevo método de trabajo, a la forma de aplicar el método de preparación de máquina y aquellas que van enfocadas a la mejora en la planificación de la producción.

8. Análisis Costo – Beneficio.- Se cuantifican las mejoras propuestas y los resultados que se obtendrían de implantar las

recomendaciones mencionadas; con el fin de cuantificar el beneficio y relacionarlo con la inversión de tal manera que se compare la situación actual versus la futura, de darse los cambios sugeridos. La mejor forma de probar el valor de una sugerencia es hacer el cálculo tanto del costo por realizar la mejora como del ahorro total que esta producirá.

1.5 Estructura de la tesis.

Capítulo 1 – Generalidades: En él se detalla la importancia del estudio, se definen los objetivos de la investigación tanto general como específicos, se justifica la investigación, se establece la metodología que se va a utilizar y se describe brevemente como se encuentra estructurado el trabajo escrito.

Capítulo 2 – Situación actual de la empresa: Se describe de manera general la empresa, como se encuentra estructurado el proceso productivo así como cada uno de los subprocesos que lo componen; se analiza además la situación actual de la empresa con ayuda de varios factores de comparación, con el fin de seleccionar el área crítica del proceso productivo y enfocarnos en ella para definir el planteamiento del problema de investigación.

Capítulo 3 - Marco teórico Referencial: Se desarrollan los fundamentos teóricos en base a los cuales se levanta la técnica y metodología a utilizar. Se resumen conceptos y criterios que serán empleados para desarrollar un análisis crítico que permita sugerir alternativas de mejora y solución al problema de investigación planteado inicialmente.

Capítulo 4 – Desarrollo de la metodología del proyecto de investigación: En este capítulo, se ve como se aplica la herramienta seleccionada para la recopilación de datos, que se transformen posteriormente en información y nos permita tomar decisiones que planteen mejoras a la situación actual de la empresa y alcanzar nuestros objetivos; que finalmente es lo que se busca con este proyecto; el cual se enfoca en los puntos del análisis de operaciones que se adapten a nuestro entorno de estudio, desarrollamos mejoras aplicables a nuestro método de trabajo para preparación de máquinas, y luego medir los tiempos de trabajo.

Capítulo 5 - Presentación de propuestas de mejoras en la planificación de la producción: Se detallan las mejoras recomendadas y se evalúan de tal forma que se establezcan los beneficios versus el costo de las mejoras planteadas.

Capítulo 6 - Conclusiones y Recomendaciones: Se puntualizan conclusiones a las que se llegó al finalizar el estudio y se establecen recomendaciones para investigaciones futuras.

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

2.1 Descripción general de la empresa.

La empresa que es centro de nuestro estudio, se encarga de la producción de cajas de cartón corrugadas, micro corrugado y plegadizo.

2.1.1. Distribución de planta y descripción del proceso productivo.

La línea de producción inicia con elaboración de las láminas de cartón en la máquina corrugadora, donde la materia prima es sometida a un proceso de corrugado para obtener láminas con combinaciones de papel que corresponde a cada uno de los requerimientos establecidos por el cliente.

La siguiente etapa es la conversión de estas láminas en las máquinas del mismo nombre, máquinas convertidoras; donde se obtienen cajas (impresas y/o troqueladas) que en ocasiones necesitan de aditamentos. Estos accesorios/aditamentos, son necesarios para asegurar el almacenamiento del producto. Finalmente el producto terminado pasa a la bodega de almacenamiento, donde los pedidos son preparados y esperan al despacho respectivo.

A continuación se presenta un esquema donde muestra la línea de producción con sus respectivas máquinas, segmentadas por área de trabajo. Figura 2.1.:

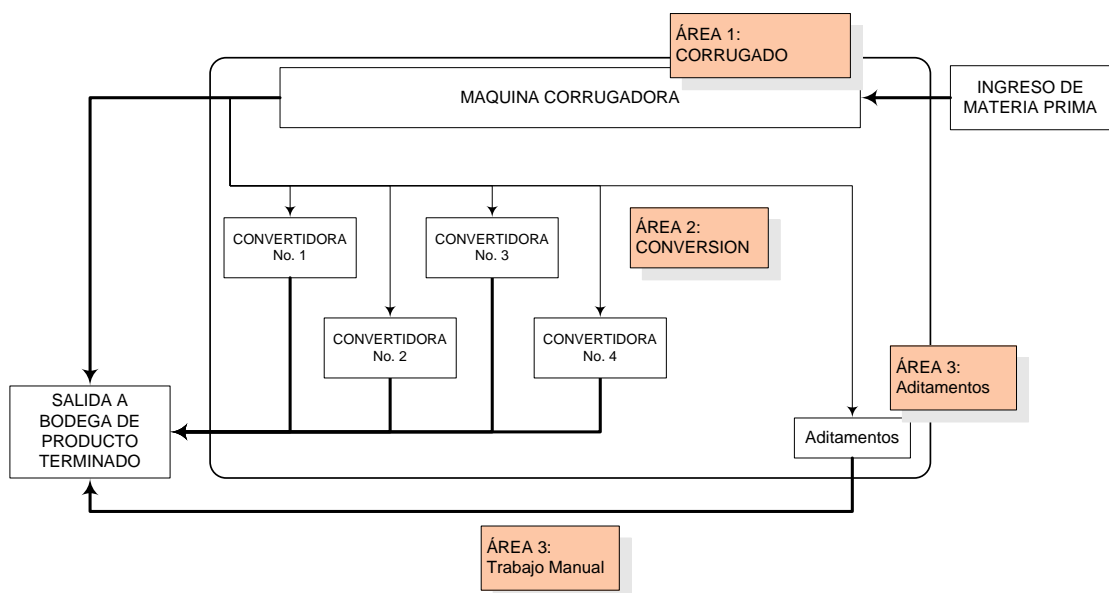


FIGURA 2.1. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- ❖ **Proceso - Corrugado de láminas:** La materia prima es la bobina de papel que viene en dos presentaciones: Medium y Liner. Esta se combina según gramaje y/o ancho, y puede venir a su vez en color blanco y original (café), (**Apéndice A**). Los insumos utilizados son almidón (adhesivo), aceite para rodillos y cera y/o recubrimiento para el papel.

Al inicio de cada corrida, se llena la hoja de Identificación de los componentes por orden de corrugar (**Apéndice B**) donde se coloca información para seguimiento de la producción.

En el control master se recibe la orden de producción, hoja de Corrugar y hoja ruta; para ser llenada al final de la corrida. Se ingresa la orden de producción, cliente, número de cortes, largo – ancho y rayado de lámina, ancho de bobina. El cambio de medida es de forma automática una vez que se da por terminada la corrida actual. La figura 2.2. muestra un esquema del corrugador y la figura 2.3. el diagrama del proceso:

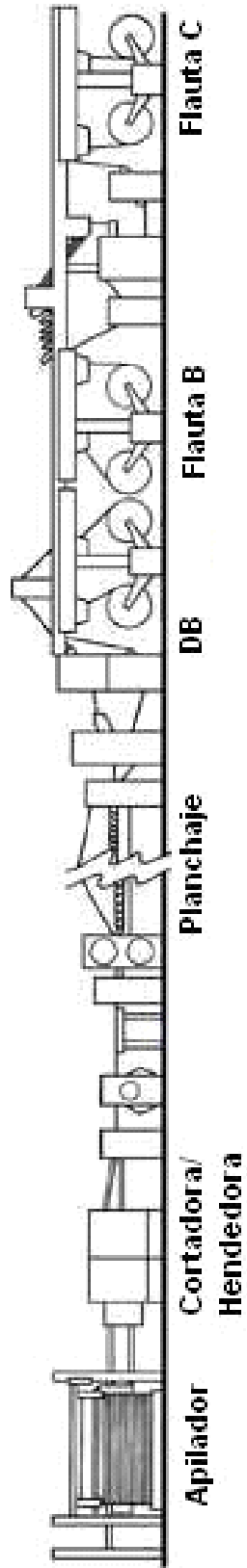


FIGURA 2.2 ESQUEMA DEL CORRUGADOR

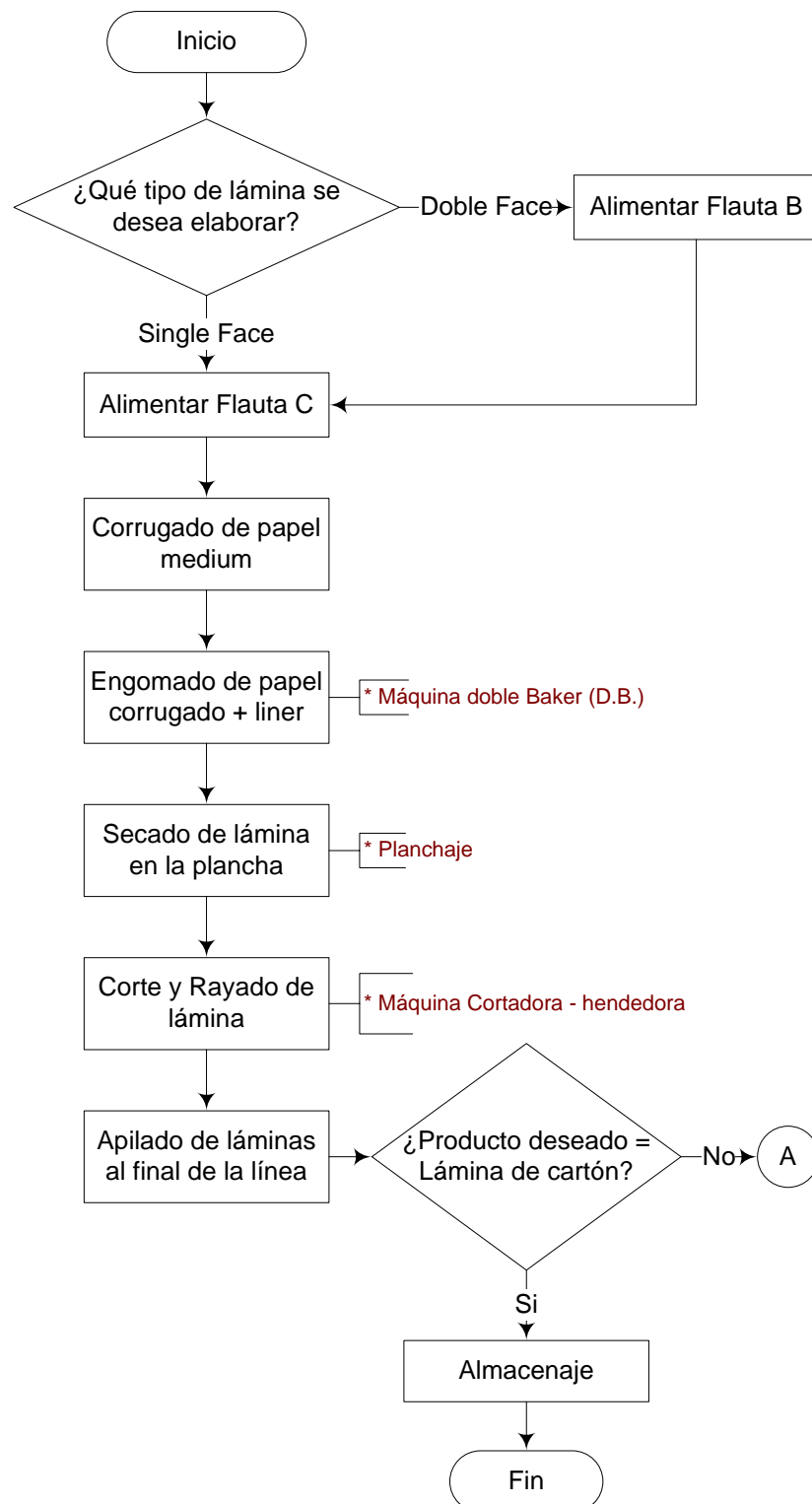


FIGURA 2.3. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CORRUGADO DE LÁMINAS DE CARTÓN

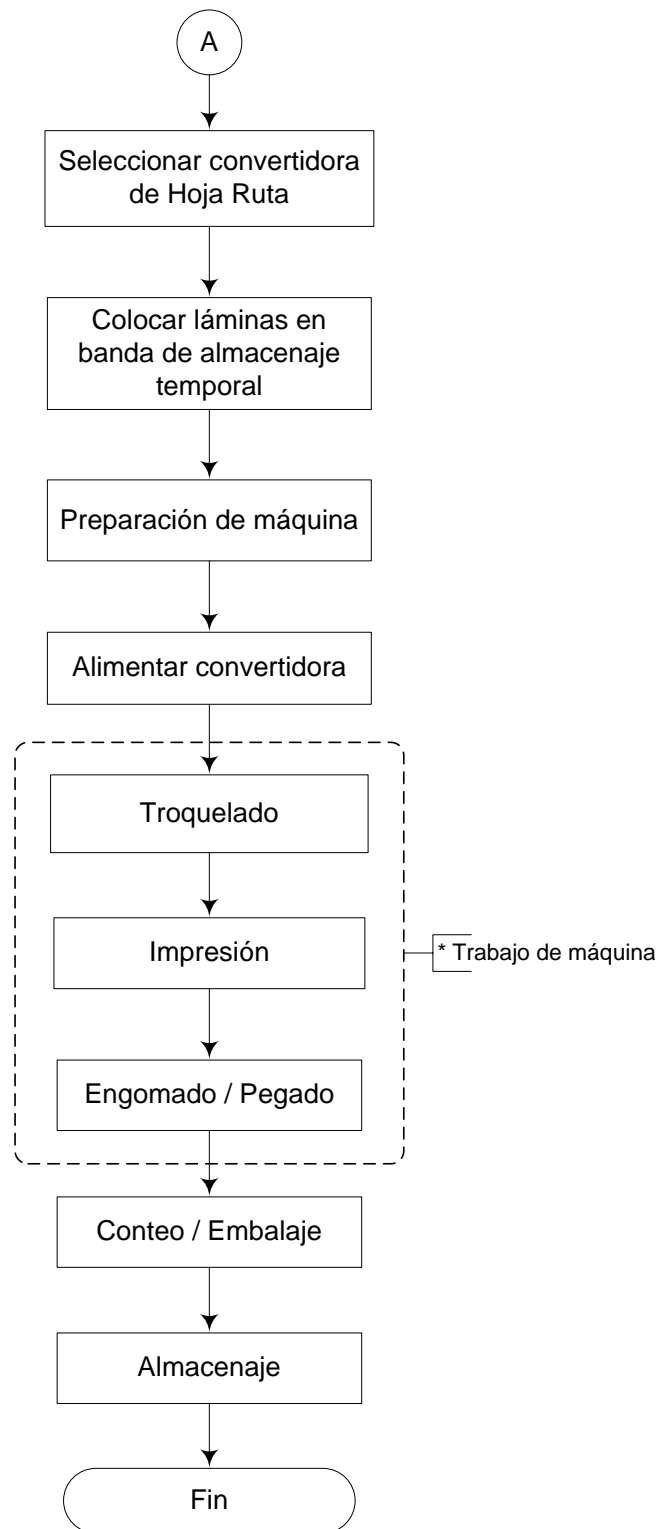


FIGURA 2.4. DIAGRAMA DEL PROCESO DE CONVERSIÓN DE LÁMINAS DE CARTÓN

- ❖ **Proceso - Conversión de láminas:** Si la producción de láminas del corrugador va destinada para la venta como producto terminado, estas son almacenadas o despachadas directamente. Caso contrario, si son requeridas para producción de cajas, estas son enviadas al área de conversión donde se encuentran cuatro máquinas convertidoras.

De acuerdo a la hoja ruta **(Apéndice C)** se selecciona la máquina convertidora para continuar con el proceso, figura 2.4. Primero se troquela la lámina (es decir se perfora para dar forma a la misma), se le imprime el diseño del pedido en base a la tarjeta de impresión que contiene información de cada cliente, se pliegan y engoman para quedar listas a ser utilizadas. La materia prima son láminas del corrugador, y los insumos son tinta y goma. Los operadores de la imprentas llenan un Reporte diario de producción **(Apéndice D)** para dar seguimiento al cumplimiento de la planificación y los tiempos improductivos.

- ❖ **Proceso - Elaboración de aditamentos:** En esta sección se utilizan mayormente láminas de recuperación, es decir que han sido rechazadas por el área de calidad en el apilador del corrugador. Se utilizan para elaborar accesorios llamados largueros, transversales, refuerzos y/o pads, que son para asegurar el almacenaje de productos en particular, tales como flores, botellas, entre otros.

- ❖ **Proceso - Trabajo manual:** Esta área es dedicada exclusivamente al pegado manual de cajas, cuando estas son pequeñas para las máquinas, para la limpieza de piezas que no salen completamente de las cajas (eslotes/ perforaciones) y para conteo/ embalaje de pedidos. Se utiliza al personal de las mismas convertidoras.

2.1.2. Productos que elabora.

Su especialidad son los elaborados de cartón corrugado y micro corrugado, utilizados como soluciones de empaque; ofrecen seguridad, confiabilidad y complementan la imagen del producto.

- ❖ **Láminas de cartón corrugado**: Es parte del producto en proceso que se vende como producto terminado. Lo componen dos diferente tipos de papeles, que se combinan en diferentes tipos de láminas. A continuación cuales son estos tipos:

Single Face: Compuesta por dos papeles liner y un medium corrugado. Puede ser flauta B o flauta C (diferencia el ancho de la lámina final, depende del espesor del medium corrugado). Figura 2.5.

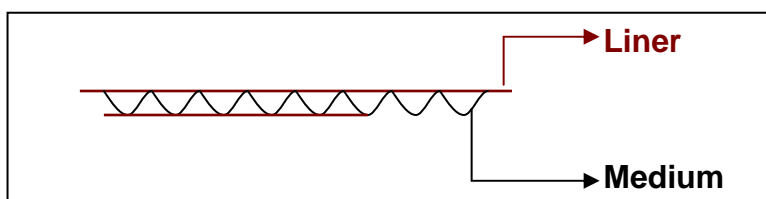


FIGURA 2.5. LÁMINA DE PARED SENCILLA

Double Face: Compuesta por tres papeles liner y dos medium corrugado en flauta B y flauta C. Figura 2.6.

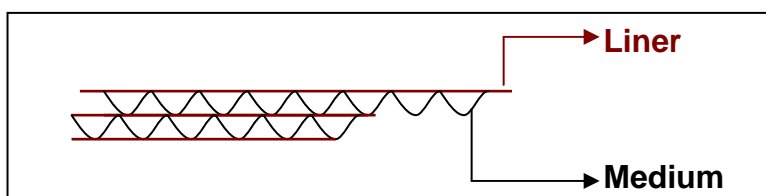


FIGURA 2.6. LÁMINA DE DOBLE PARED

- ❖ **Cajas de cartón corrugado:** Una vez que las láminas pasan por las máquinas convertidoras, se obtiene su producto estrella, que son las cajas de cartón plegadizas impresas de uno a cuatro colores. Estas pueden incluir troquelados (perforaciones) para dar un acabado adicional al producto. A continuación se muestra los tipos de cajas que se elaboran, figura 2.7.:

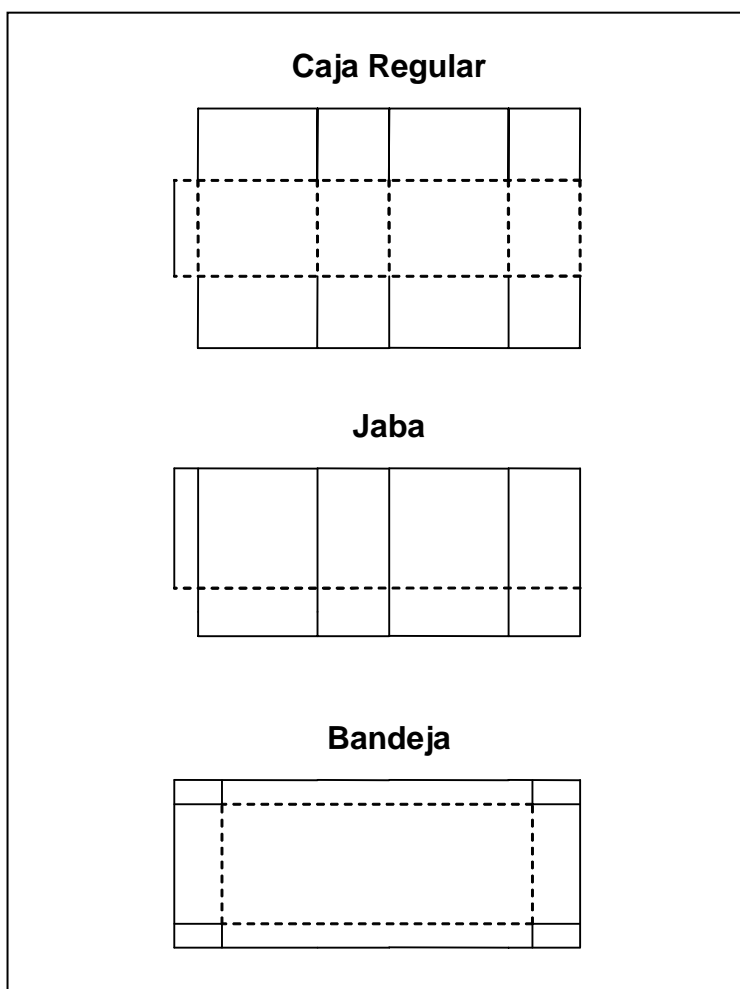


FIGURA 2.7. DISEÑO DE CAJAS

- ❖ **Aditamentos:** Son los accesorios utilizados por algunas de las cajas, para asegurar el almacenaje del producto al cliente. Estos pueden ser separadores de producto, largueros, transversales, refuerzos, pads.

- ❖ **Láminas microcorrugadas:** Destinadas al mercado floricultor, para que las flores sean envueltas en ellas y no se maltraten en las cajas; como medida de protección para el almacenamiento.

2.1.3. Sus Clientes.

Los productos de esta empresa tienen un mercado consumidor bastante amplio y sus clientes han sido clasificados por sector, en cinco grupos.

La figura 2.8., muestra en resumen el detalle por sector al cual va dirigida la producción y cual es el giro de cada uno de ellos.

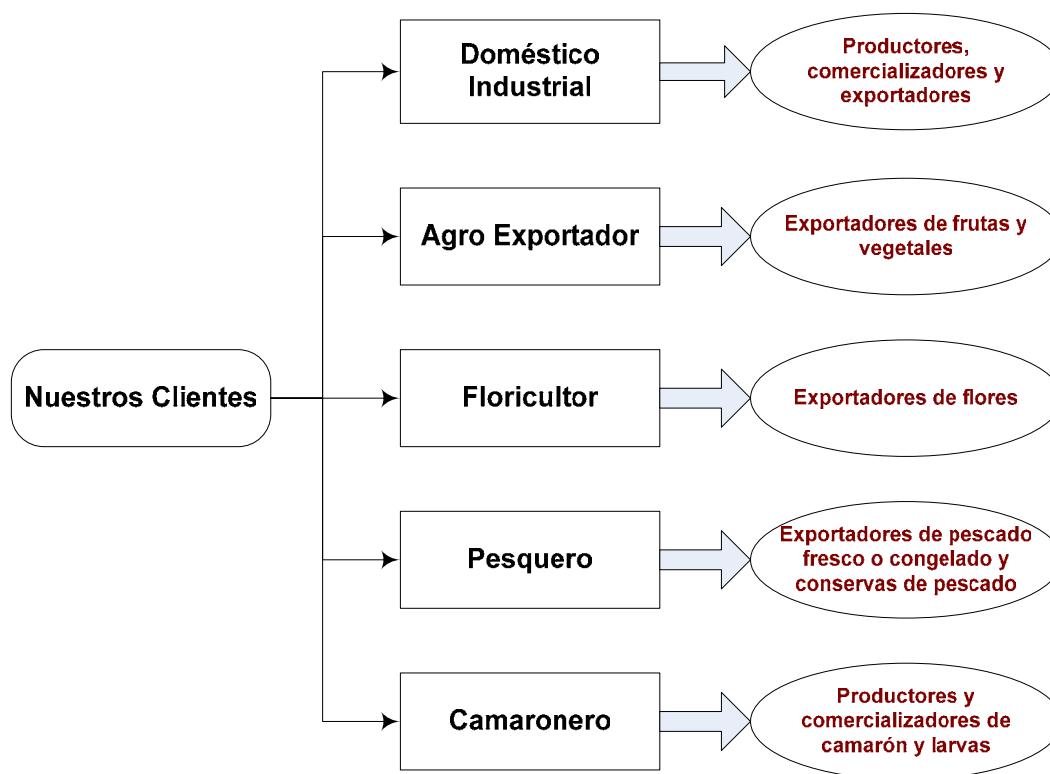


FIGURA 2.8. CLASIFICACIÓN DE SUS CLIENTES

2.2 Procedimiento para la planificación de la producción.

Objetivo: Establecer el mecanismo para realizar la planificación de la producción, buscando satisfacer los requisitos del cliente en cuanto a calidad del producto y tiempo de entrega.

Alcance: Todos los pedidos de productos a elaborar.

Responsables: El personal de planificación es responsable de la aplicación de este procedimiento. El jefe de planificación tiene la

responsabilidad de asegurar el cumplimiento del presente procedimiento. El gerente de producción es responsable de aprobar el presente procedimiento.

Departamentos involucrados: Producción, Arte & diseño, Control de calidad, Planificación y bodega de materia prima.

Descripción del procedimiento: A continuación en el siguiente diagrama de flujo por departamento, figura 2.9., se detallan las actividades del departamento de planificación; la tabla donde se especifica la secuencia de estas actividades se muestra en el **apéndice E:**

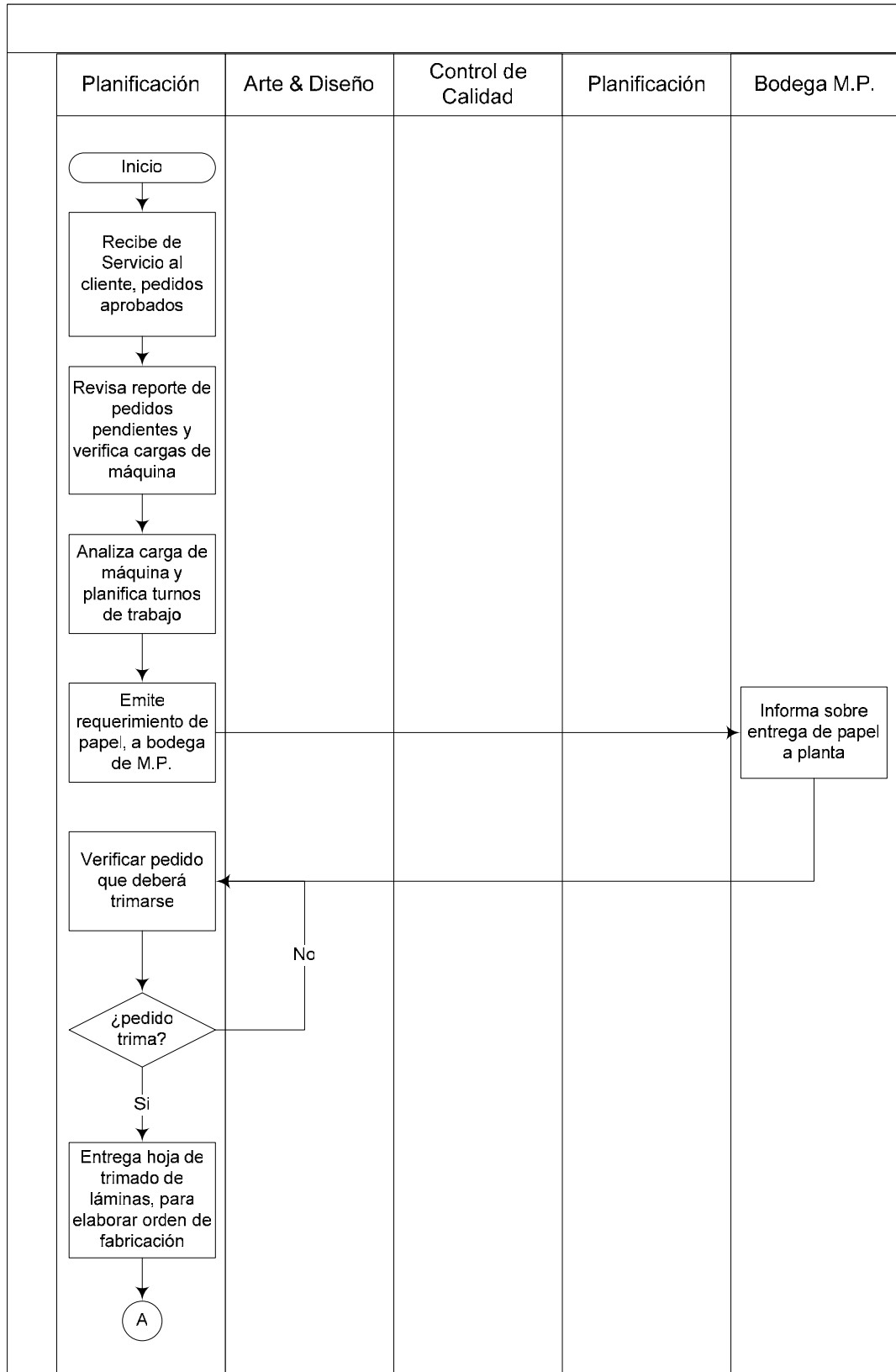


FIGURA 2.9. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Fuente: Departamento de planificación/06

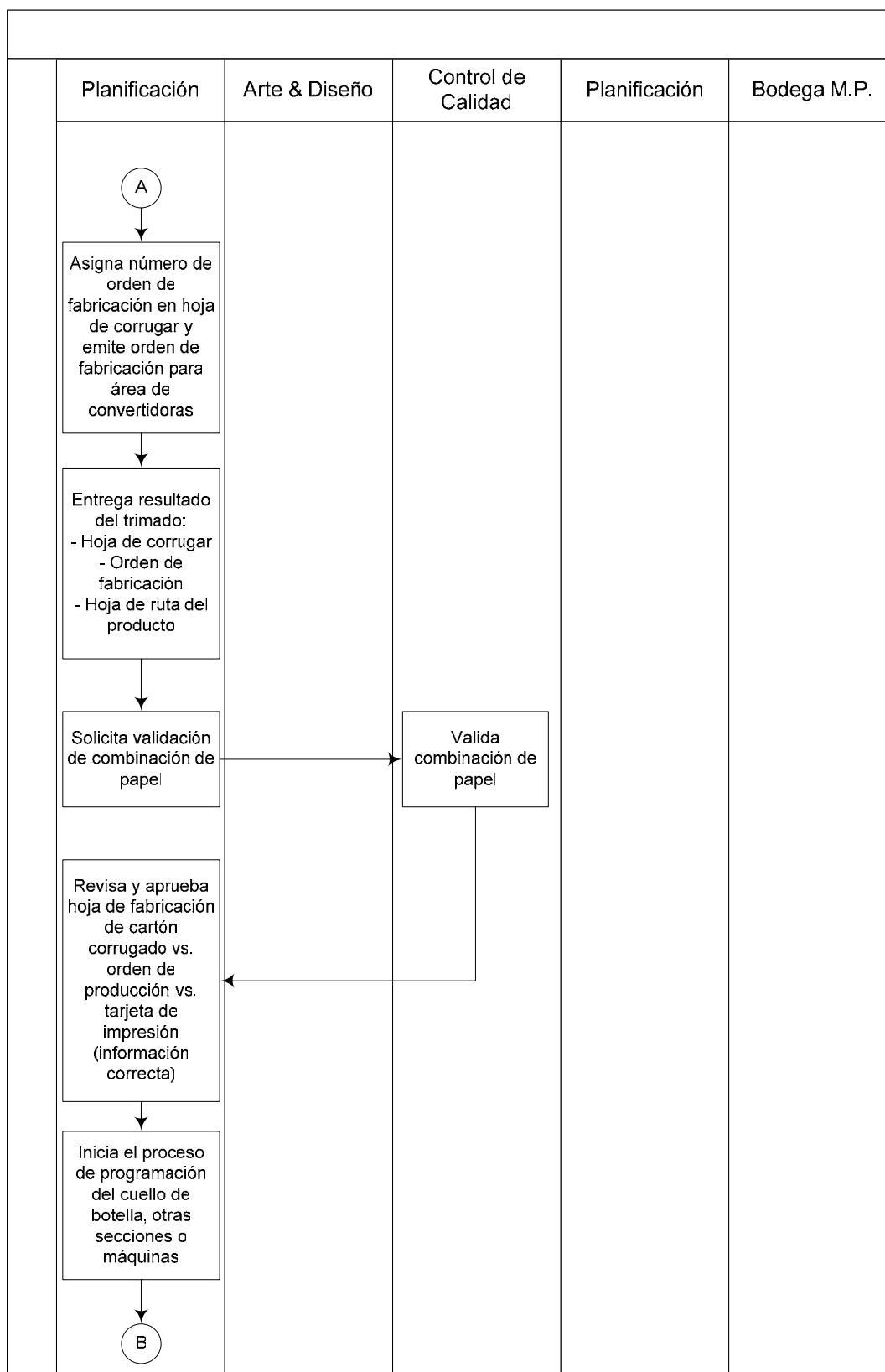


FIGURA 2.9. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Fuente: Departamento de planificación/06

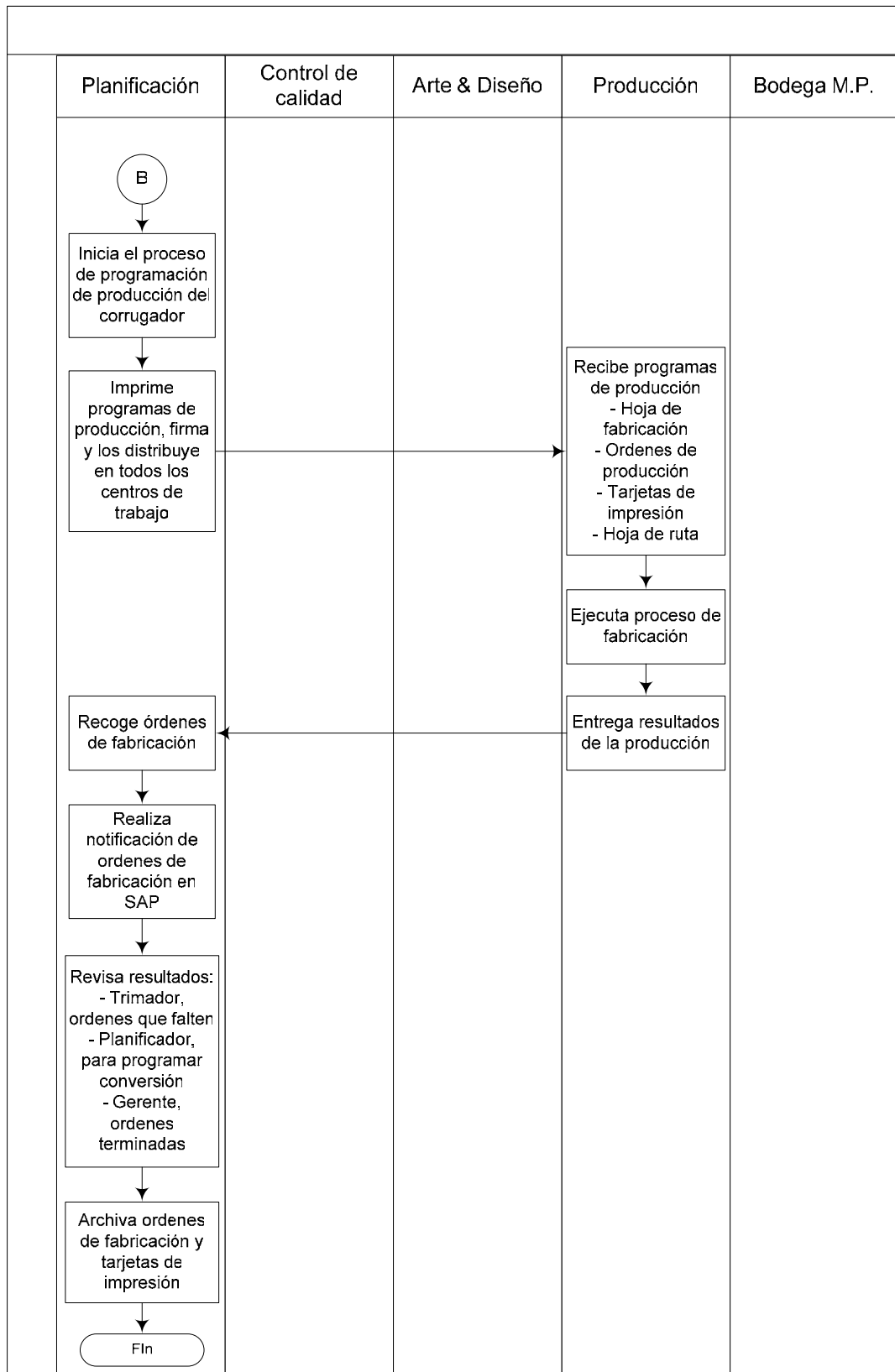


FIGURA 2.9. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Fuente: Departamento de planificación/06

2.3 Análisis de la situación actual de la empresa.

Los parámetros comparativos que se utilizaron se detallan a continuación:

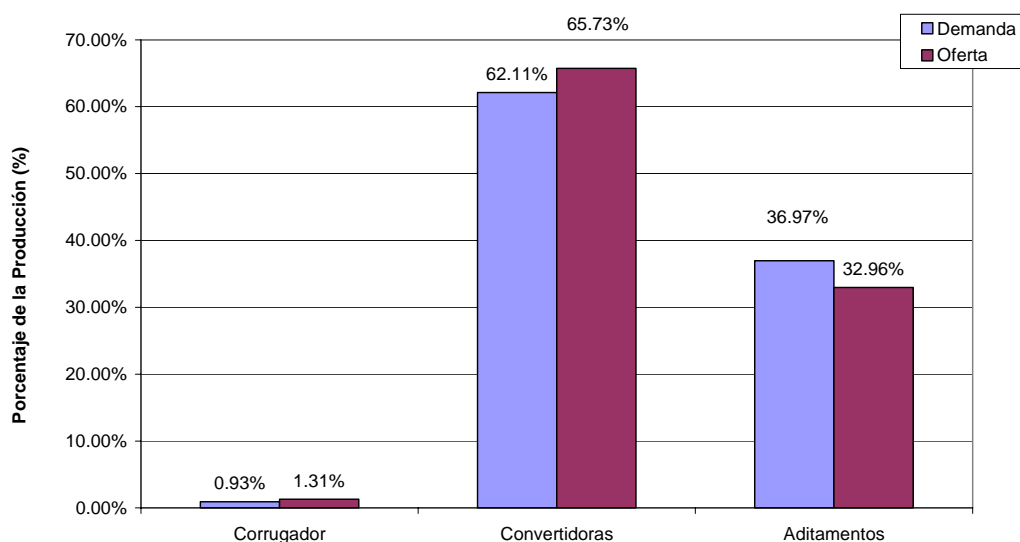
- a) Demanda vs. Oferta.
- b) Costos del Inventario.
- c) Costos del desperdicio.
- d) Producción Defectuosa.
- e) Tiempo por paras no programadas.

2.3.1 Análisis del comportamiento de la demanda vs. oferta por área de producción.

Para el análisis de la demanda vs. la oferta, nos enfocamos en las unidades producidas como en las ventas cuantificadas en dólares.

Para el análisis de las unidades producidas vs. las unidades demandadas tenemos que, la producción cubre sobre la demanda para el caso del corrugador y las convertidoras con un 0.38% y 3.62% respectivamente; es decir que lideran a la demanda. En el área de aditamentos existe capacidad que se atrasa a la demanda en un 4.01%.

Los porcentajes de oferta y demanda se aprecian en el gráfico de columnas de la figura 2.10. **(Apéndice F):**

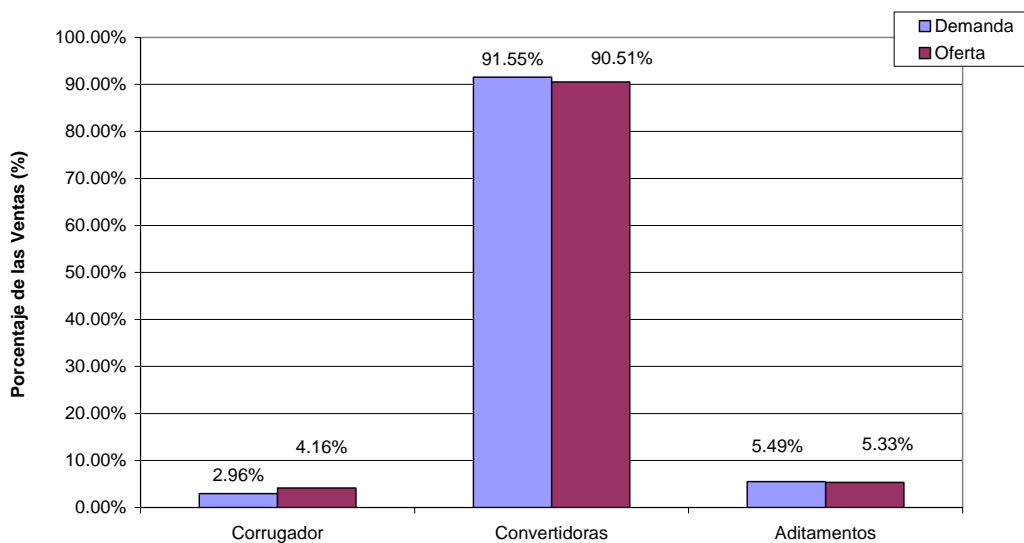


**FIGURA 2.10. COMPORTAMIENTO DEMANDA VS OFERTA
(Und. de producción)**

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

Si comparamos la oferta contra la demanda en cuanto al volumen de ventas en dólares, podemos observar que la mayor contribución es alcanzada por el área de convertidoras con un 91.55% de las ventas reales. Un altísimo margen que deja claro que la venta del producto terminado representa la mayoría de los ingresos por concepto de unidades vendidas.

La oferta de aditamentos y láminas quedan en segundo y tercer lugar respectivamente, con un porcentaje tan solo del 8.45% entre ambas áreas; como vemos en la figura 2.11.:



**FIGURA 2.11. COMPORTAMIENTO DEMANDA VS OFERTA
(Venta en dólares)**

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

Por lo que, el área que merece mayor interés es la de convertidoras, puesto que es donde se vería el impacto de las mejoras planteadas al ser la que produce para un alto porcentaje de la demanda.

2.3.2 Análisis de costos por mantener inventario por cada área de producción.

La concentración de costos por mantener el inventario tanto de producto en proceso como de producto terminado para cada una de las áreas de estudio, se ve reflejado en la figura 2.12. **(Apéndice G):**

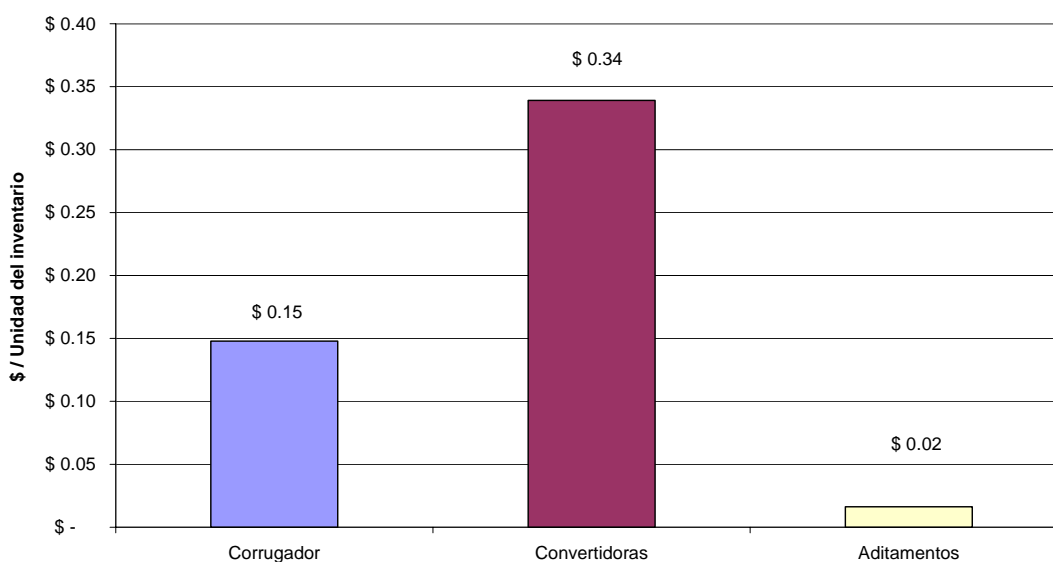


FIGURA 2.12. COSTO DEL INVENTARIO POR UNIDAD ALMACENADA
Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

El costo unitario del inventario se obtiene de la relación entre los costos totales por concepto de almacenaje del producto entre las unidades almacenadas. Para el área de convertidoras tenemos que se incurren en costos que representan \$0.34/unidad almacenada, en este caso en particular por producto terminado; el más alto en relación a

las otras dos áreas que se observan costos de \$0.15/unidad y \$0.02/unidad para el corrugador y aditamentos respectivamente. Este parámetro nos ayuda a considerar el área de convertidoras como área de estudio, puesto que es donde tener inventario es más costoso.

2.3.3 Análisis de costos por desperdicios de materia prima por área de producción.

El nivel de costos por causa del desperdicio de la materia prima utilizada en la producción, en relación a los kilos utilizados, está parejo para cada una de las áreas de la planta de producción; se mantiene en un rango entre 0.57 y 0.58 dólares por Kilo de materia prima. Como podemos notar de forma constante en el detalle de la figura 2.13. **(Apéndice H)**. Para este caso en particular, no podemos seleccionar en primera instancia cual de las tres es de mayor representación en la medición de este parámetro. Sin embargo nos proporciona información acerca de que el costo está balanceado relativamente a la cantidad de materia prima en kilos que se considera como desperdicio de producción.

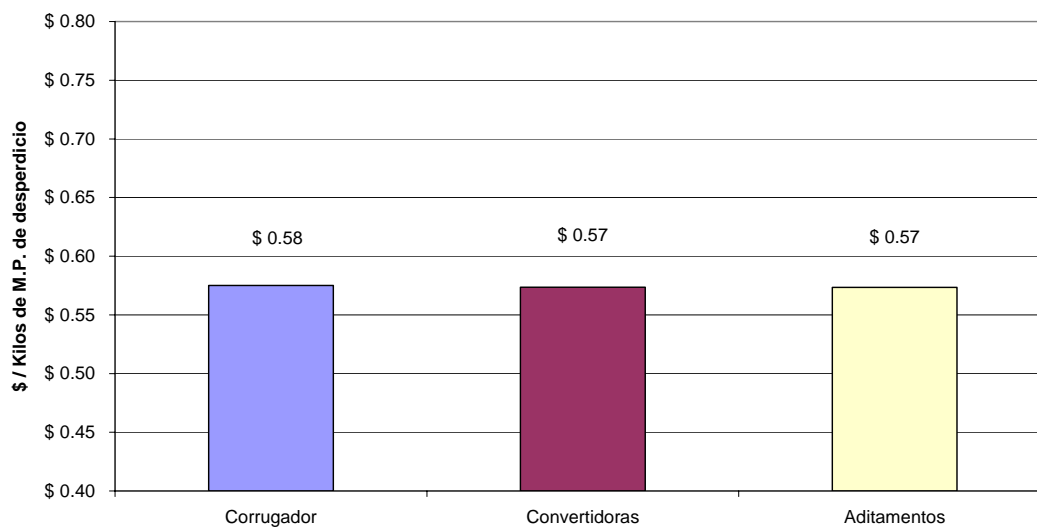


FIGURA 2.13. COSTO DE DESPERDICIO EN MATERIA PRIMA POR KILO UTILIZADO

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

2.3.4 Análisis de niveles de producción defectuosa relacionada a la producción por área.

Relacionamos la cantidad de producto defectuoso obtenido a lo largo de las corridas de producción con los niveles de producción propios de cada área. En la figura 2.14. observamos que el índice de la relación es mayor para el área de convertidoras, donde el nivel de producción defectuosa representa un 1.89% del total de producción de dicho sector. Para el corrugado tenemos el 0.80% y en los aditamentos un 0.07%. **(Apéndice I).**

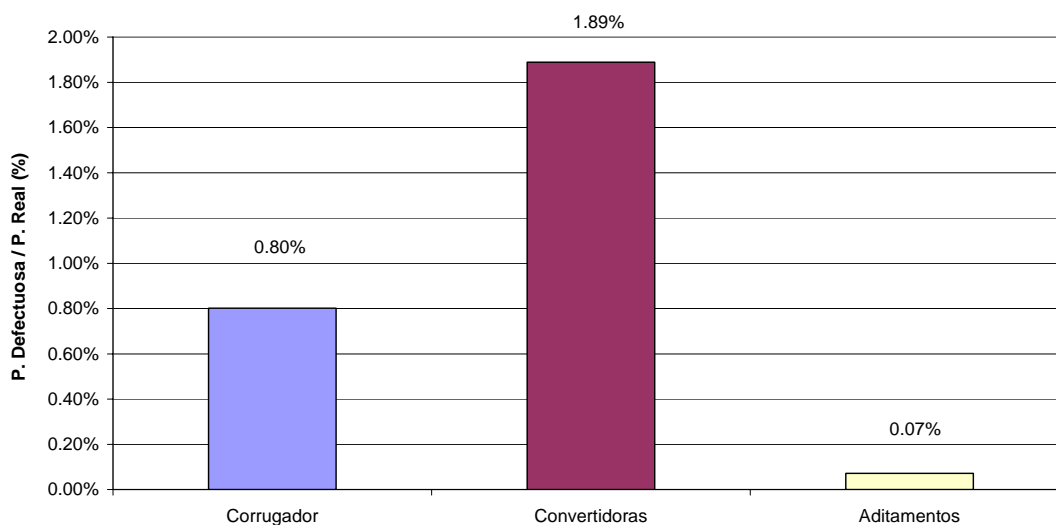


FIGURA 2.14. RELACION PRODUCCIÓN DEFECTUOSA SOBRE PRODUCCIÓN REAL

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

Este resultado, a pesar de no mostrar un gran impacto en lo que se refiere a producción defectuosa sobre producción real; el área de convertidoras es aquella que tiene el mayor porcentaje en este punto de la comparación.

2.3.5 Análisis de tiempos de paras no planeadas relativo al tiempo total improductivo por área.

Tomamos el dato proporcional de cada tiempo improductivo y se comparó entre áreas el tiempo por concepto de paras no planeadas.

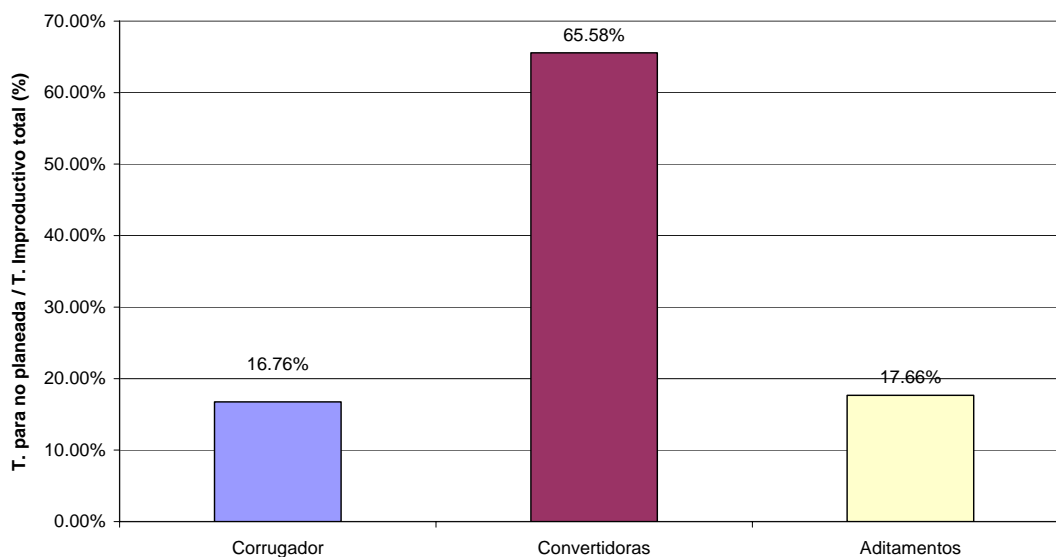


FIGURA 2.15. TIEMPO IMPRODUCTIVO POR ÁREA DE PRODUCCIÓN
Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

La figura 2.15. muestra como la mayor participación la tiene el área de convertidoras, con un representativo porcentaje del 65.58%, seguido de los aditamentos con el 17.66% del total y finalmente se encuentra el Corrugador con un 16.76% que es muy cercano al del área de aditamentos. **(Apéndice J):**

Podemos notar que las máquinas convertidoras reflejan un alto porcentaje de paras no planeadas dentro de los tiempos improductivos. Esta área es seleccionada en este punto, y se recomienda especial atención puesto si reducimos los tiempos improductivos en el área de

convertidoras podemos mejorar notablemente la línea de producción en general.

2.4 Selección del área crítica del proceso productivo.

A continuación se presenta una tabla donde se resumen las conclusiones a las que se llegó, una vez analizado los parámetros de los puntos anteriores.

En cada uno de los criterios de comparación, se ha seleccionado una de las áreas de la línea de producción, con el fin de definir un sector que sea clave en el proceso productivo como objeto de estudio para proponer mejoras.

TABLA 1
RESUMEN PARAMETROS COMPARATIVOS ENTRE AREAS

Parámetros de Medición	Área seleccionada
Comportamiento demanda vs. oferta.	Convertidoras.
Costos de inventario por unidad.	Convertidoras.
Costos de desperdicio de materia prima.	Parámetro indiferente.
Producción defectuosa vs. real.	Convertidoras.
Tiempo de para no planeada.	Convertidoras.

El área de convertidoras resulta seleccionada como área de estudio en cuatro de los cinco parámetros de comparación.

2.5 Planteamiento del problema.

Llevaremos a cabo un análisis de la situación actual del área de las convertidoras, con la finalidad de establecer síntomas y causas para el planteamiento del problema:

2.5.1 Análisis de eficiencia por máquina convertidora.

La figura 2.16. muestra los niveles de eficiencia de cada convertidora (**Apéndice K**). Nuestra empresa en estudio, aplicó el concepto antiguo de eficiencia para determinar esta información; concepto que mide la relación existente entre la producción que se debe obtener y la que se obtuvo realmente: $E_{\text{eficiencia}} = P_R (100) / P_T$, donde:

P_R (producción real) = piezas reales producidas en tiempo estándar

P_T (producción teórica) = velocidad del equipo por tiempo estándar

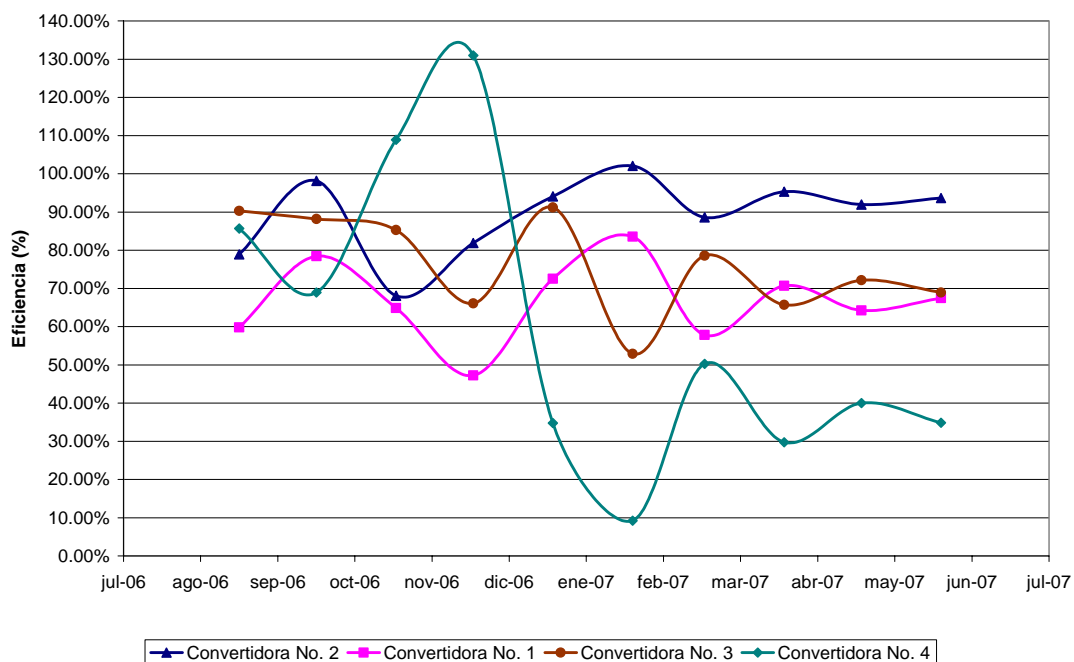


FIGURA 2.16. EFICIENCIA EN EL TIEMPO POR MÁQUINA DE CONVERSIÓN

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

La planta mide este indicador contra un objetivo que es del 90%. Podemos notar que en el último semestre la convertidora No. 4 tiene una eficiencia que se ha mantenido en el 40% aproximadamente. La convertidora No. 1 y la 3 muestran un valor cercano al 70%; para tres de los cuatro casos no se logra la meta del indicador de gestión. La convertidora No. 2 es aquella cuyos resultados en eficiencia se muestran favorables.

2.5.2 Análisis del cumplimiento de la producción planificada.

La figura 2.17. muestra el porcentaje que representa la producción real sobre la producción planificada.

(Apéndice L).

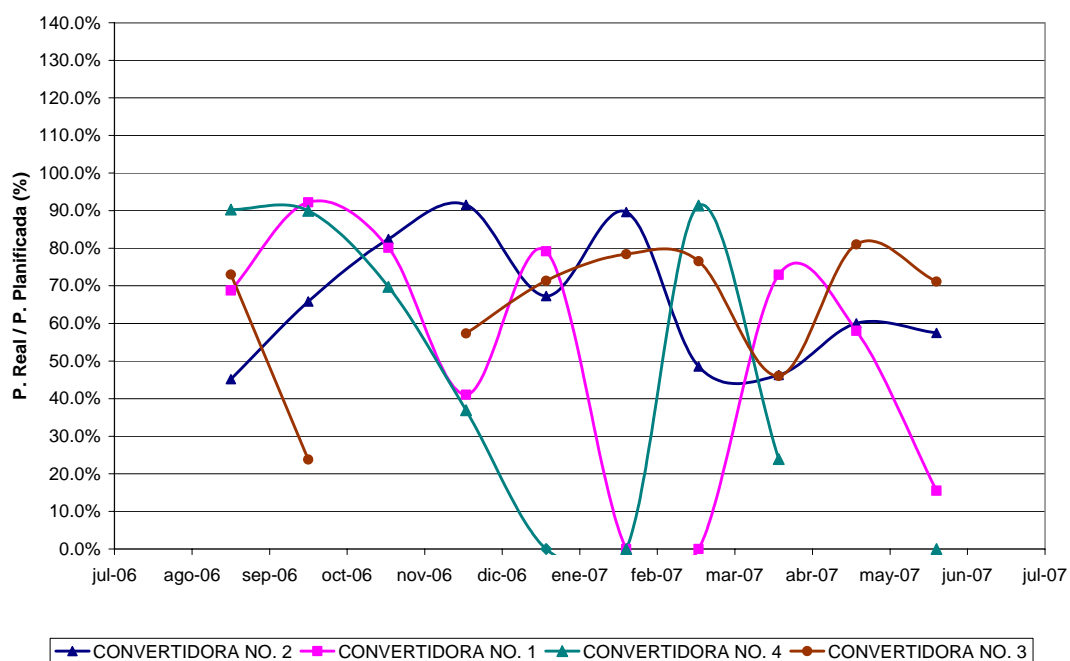


FIGURA 2.17. RELACION PRODUCCIÓN REAL VS. PRODUCCIÓN PLANIFICADA

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

No se mantiene equilibrada la razón del cumplimiento de la producción planificada. Vemos como la convertidora No. 2 redujo su participación y tiende al 60%, la No. 3 adopta un 70%, y para el caso de la convertidora No. 4 y 1 es más

crítica puesto que la variación es drástica y tiende a decrecer en cortos períodos de tiempo.

2.5.3 Análisis de tiempos improductivos por convertidora.

Entre la información que se ingresa diariamente, tenemos un reporte denominado tiempos de producción, donde se registran tiempos de preparación de máquinas, corrida de producción, paros programados y NO programados; dentro de los cuales se detalla la causa del tiempo improductivo.

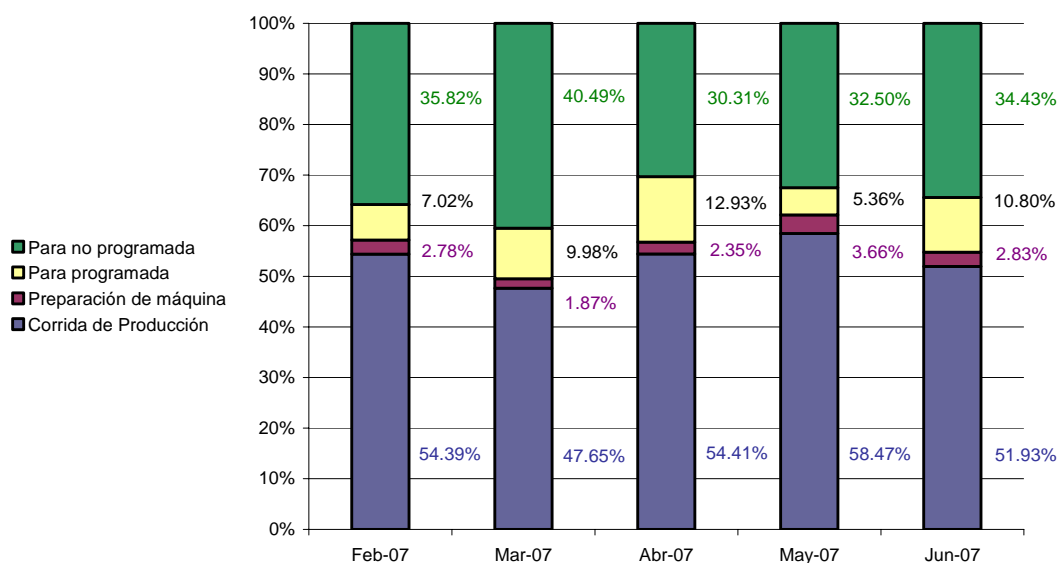


FIGURA 2.18. RELACION TIEMPO DE PRODUCCIÓN VS. TIEMPO TOTAL DE JORNADA

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

Con la ayuda de estos datos, obtenemos la figura 2.18. anterior que divide por peso como se compone el tiempo

total programado para la jornada de trabajo. **(Apéndice M)**. Notemos que el 80% del tiempo total está conformado por el tiempo de corrida mismo de producción que se encuentra dentro del rango del 45 y 60%, y el tiempo por paradas no programadas que tiene una participación del 30 al 40%. Los tiempos de preparación se mantienen entre el 1.5 y 4 % y de la misma forma las paras programadas entre un 5.5 y 13%; estos dos últimos no son tan representativos dentro del porcentaje global.

Con ayuda de la figura 2.19. observamos cuales son las causas de peso dentro de este porcentaje de paras no planeadas; el 80% se encuentra concentrado entre:

- Ajustes de máquina durante la corrida de producción.
- Falta de materia prima.
- Sin programa de producción,

El otro 20% lo componen causas tales como atoramiento, falla de tinta, láminas defectuosas, entre otras.

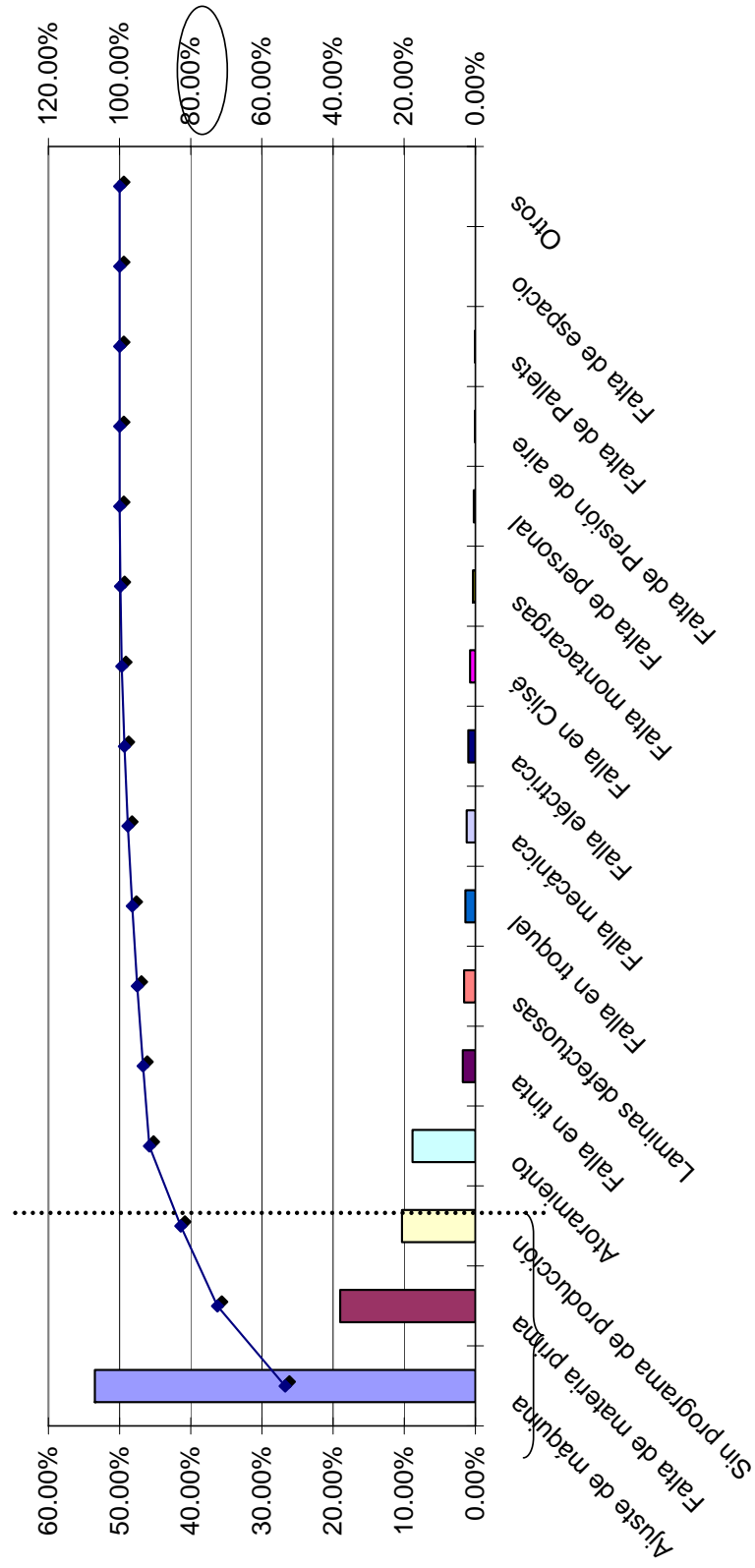


FIGURA 2.19 CAUSA DE PARAS NO PROGRAMADAS

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

2.5.4 Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Identifiquemos los hechos o situaciones que se observan al analizar la situación inicial, estos son los síntomas del problema y las causas que los producen:

TABLA 2
PLANTEAMIENTO SÍNTOMAS Y CAUSAS DEL PROBLEMA 1/2

Síntomas	Causas
Bajos niveles de eficiencia de máquinas de conversión: producción real sobre producción teórica.	Mala programación de la producción en máquinas convertidoras.
	Reducción de la producción real de la máquina.
	Valor desactualizado de la producción teórica.
Incumplimiento del programa de producción: producción real sobre producción planificada.	Uso de estándares de tiempo desactualizados para cálculos del tiempo de producción necesario (planificación de la producción).
Atraso en entrega de pedidos a clientes.	
Alto porcentaje de tiempos improductivos por paras no programadas.	Ajustes de máquina durante la corrida de producción.
	Falta de materia prima.
	Sin programa de producción.

Si analizamos el planteamiento anterior podemos establecer lo siguiente acerca de los problemas en el área de convertidoras:

- Registra niveles bajos de eficiencia de máquinas.
- Se aplica el concepto antiguo de eficiencia que no considera los paros planeados, no planeados, la producción rechazada, entre otros indicadores que son parte del nuevo concepto.
- El dato de la producción teórica que se utiliza como base del cálculo, utiliza tiempos base que ya no se cumplen con las condiciones actuales de trabajo.
- Mala programación de la producción.
- Se registran incumplimientos del programa de producción.
- Retrasos en la entrega de pedidos a clientes; dado que se utilizan estándares desactualizados para calcular el tiempo de producción necesario para cumplir con los pedidos de producción y planificar las entregas.
- Se muestran altos porcentajes de tiempos improductivos a causa de paros no programadas

que se concentran en tres causas fundamentales:
ajuste de máquina durante la corrida de producción,
falta de materia prima y por falta del programa de
producción.

TABLA 3
PLANTEAMIENTO SÍNTOMAS Y CAUSAS DEL PROBLEMA 2/2

Síntomas	Causas	Pronóstico	Control del pronóstico
Bajos niveles de eficiencia de máquinas de conversión = (producción real)/ (producción teórica)	Mala programación de la producción en máquinas convertidoras.	Desperdicio de los recursos de la estación de trabajo	Plantear mejoras a la planificación de la producción
	Reducción de la producción real de la máquina.	Volverse menos competitivo	
	Valor desactualizado para cálculo de la producción teórica	Indicador de eficiencia de la máquina incorrecto	Establecer nuevos estándares de tiempo de producción y preparación de máquina
Alto incumplimiento del programa de producción = (producción real)/ (producción planificada)	Uso de estándares de tiempo desactualizados para cálculos del tiempo de producción necesario (planificación de la producción)	Programas de planificación de la producción obsoletos	Plantear mejoras a la planificación de la producción
Retraso en la entrega de pedidos a clientes	Gran cantidad de paras no programadas	Pérdida de clientes por mal servicio, pérdida de confiabilidad	Plantear mejoras a la planificación de la producción
Alto porcentaje de tiempos improductivos por paras no programadas	Ajustes de máquina durante la corrida de producción.	Reducción del tiempo de operación de máquina	Plantear mejoras al método de trabajo para preparación de máquina
	Falta de materia prima.	Máquinas paradas	Plantear mejoras a la planificación de la producción
	Sin programa de producción.		

Analizando los síntomas del problema, tenemos que la aplicación de tiempos estándares desactualizados afectan directamente a la planificación de la producción y los indicadores de gestión; tales como eficiencia de máquinas, cumplimiento del programa de producción, tiempos productivos e improductivos, entre otros. El uso de estos tiempos no permite que los datos que se recopilan se conviertan en información veraz.

Esto se traduce en atrasos en el área de producción e incumplimiento de pedidos; y no permite cumplir con los objetivos del departamento que son:

- Incrementar la eficiencia de las unidades clave de producción.
- Disminuir el consumo y desperdicio de materia prima.
- Mejorar la confiabilidad de las unidades clave de producción.

Por tanto es requerimiento el establecer tiempos estándares de preparación de máquina y de producción con el fin de actualizar la información que se utiliza para

elaborar el plan de producción, sin olvidar hacer una revisión preliminar del método de trabajo utilizado y proponer mejoras; para finalmente proponer mejoras en la planificación de la producción que perfeccione el uso de los recursos de la estación de trabajo e incremente la eficiencia de las máquinas.

La revisión de método de trabajo permitirá proponer mejoras que perfeccionen la preparación de máquina, fomentando el uso eficiente de los recursos asignados a las estaciones de trabajo así como la reducción de actividades que consuman tiempo y no agreguen valor.

CAPÍTULO 3

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

3.1 Definición gráfica de procesos y actividades.

Cuando se nos presenta la necesidad de mejorar un método de trabajo en ocasiones la situación resulta complicada y se pueden encontrar actividades dependientes de otras; si deseamos lograr algo positivo debemos aislar las tareas individuales y descubrir las relaciones que tienen entre sí.

El diagrama normal de flujo de procesos está diseñado para que se pueda tener una visión general de la acción de un material o persona durante el proceso o procedimiento; si hay varias personas trabajando en grupo o varios componentes en un producto o procedimiento, puede resultar muy útil ver la relación general de todos.

Para diagramar las actividades de preparación de máquina, utilizamos el diagrama de proceso de grupo. En cierto modo es una adaptación del diagrama hombre – máquina. Este ayuda a establecer un número económico de equipos que un trabajador debe operar. Sin embargo, existen procesos e instalaciones de magnitud tal que en lugar de que un operador trabaje con varias máquinas, se requieren más de uno para operar una máquina.

La figura 3.1. ilustra el diagrama de proceso de grupo, donde se muestra la relación entre los ciclos de operación y ocio, de máquina como de sus trabajadores.

DIAGRAMA DE PROCESO DE GRUPO CON EL MÉTODO ACTUAL

PRESA HIDRÁULICA DE EXTRUSIÓN DEPTO. 11 PLANTA EN BELLEFONTE
 ELABORADO POR B.W.N. 4-15 DIAGRAMA No. G-85

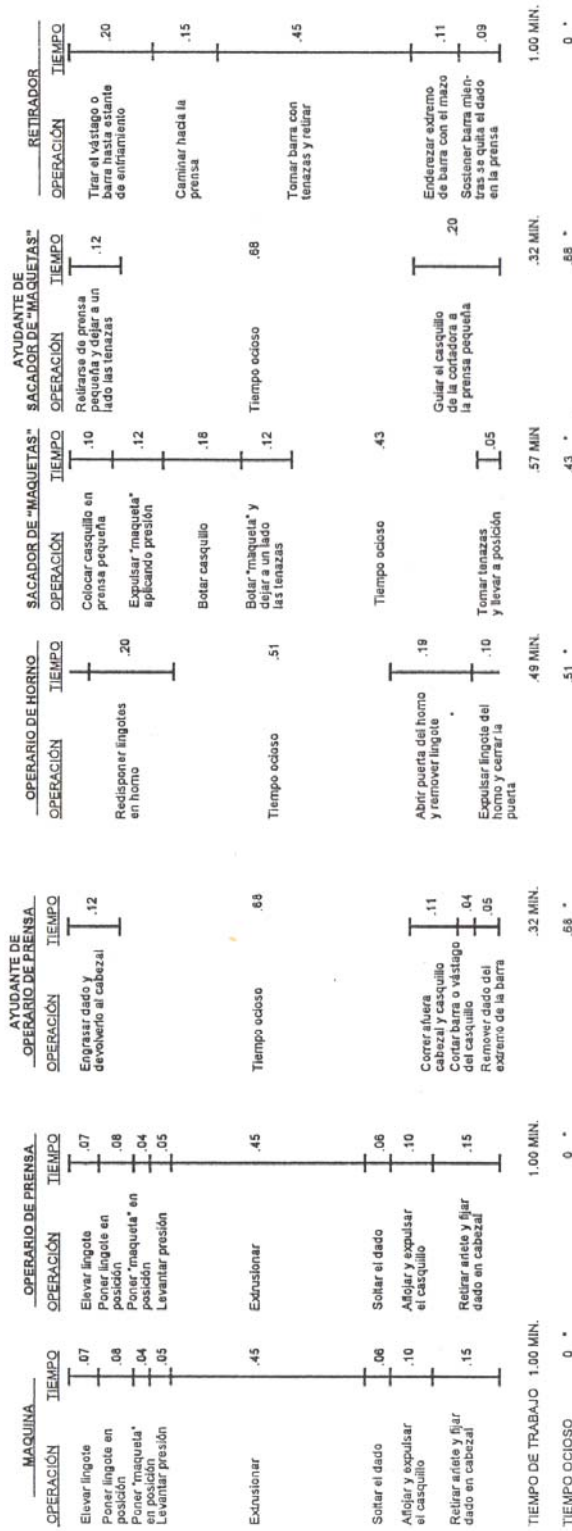


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE GRUPO

El siguiente paso a la presentación de los hechos en forma de diagrama, es la investigación de los enfoques del análisis de la operación.

3.2 Análisis de Operaciones.

El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los existentes. Se precisa como un procedimiento sistemático utilizado para el estudio de todos los factores que afectan al método con el que se realiza una operación; a través del cual se define el mejor método disponible para llevar a cabo cada una de las partes necesarias de una operación.

Los principios del análisis de operaciones son fundamentales y se pueden aplicar a cualquier clase o tipo de trabajo. A continuación se describen brevemente los diez puntos o factores que se deben tomar con atención en cada operación:

Finalidad de la operación.- La mayoría de las operaciones que se establecen por primera vez son las más adecuadas; los cambios en el diseño o especificaciones de los materiales pueden volver dichas operaciones incorrectas o innecesarias. Pequeños cambios

en los procesos precedentes o subsecuentes pueden afectar la eficiencia de una operación o la necesidad que se tenga de la misma.

Diseño de la pieza.- Es importante que se tome en cuenta el diseño de la pieza; se debe asegurar que el diseño sea el correcto y deseable.

Análisis de proceso.- El efecto de cualquier cambio sugerido debe analizarse como parte de un proceso completo; se puede determinar si la operación puede eliminarse, combinarse o realizarse durante el tiempo de espera de otra operación.

Requerimientos de inspección.- Los requerimientos de calidad juegan un papel importante en la selección de operaciones y métodos, de hecho propician a menudo la selección de procesos y métodos específicos.

Material.- Los costos de material son una parte importante del costo total de cualquier trabajo o clase de trabajo, se debe considerar el tamaño, conveniencia y condiciones de los materiales existentes, así como la posibilidad de sustituirlos.

Manejo de materiales.- Se compone de una serie de viajes separados, entre los almacenes y las estaciones de trabajo. Por medio de un estudio cuidadoso de la necesidad de transportación de los materiales y el manejo de los mismos se pueda reducir este costo. Las consideraciones a tomar en cuenta aquí son: tiempo, lugar, cantidad y espacio.

Distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo.- La distribución del lugar de trabajo, determina los movimientos del operador al hacer su trabajo. Se debe considerar la colocación y uso de materiales/herramientas, también es importante la manera en que se asigna el trabajo, la forma en que el operario recibe las instrucciones, la forma en que se obtiene el material auxiliar como dibujos, herramientas especiales e implementos para la medición.

Posibilidades comunes para la mejora.- Se deben considerar factores que se basan en los principios de la economía de movimientos, involucrando la ergonomía del trabajo y el patrón de movimientos del operario.

Condiciones de trabajo.- El ambiente en el que se hace el trabajo también juega un papel importante en el mantenimiento de la eficiencia y de la comodidad del obrero. Las condiciones extremas de calor, luz ventilación, así como de los riesgos de trabajo pueden causar fatiga y preocupación. Se debe considerar el efecto de los factores asociados a la operación, como la comodidad, la seguridad y el bienestar.

Método.- Cada uno de los puntos precedentes del análisis primario afecta de manera directa al paso final, que es establecer el mejor método. Cuando se estudia el método actual, lo primero que se hace es examinarlo con mucho cuidado para encontrar sus puntos débiles.

Una vez establecido el método, estandarizado las condiciones y los operarios se han capacitado para seguir el método apropiado, el trabajo está listo para un estudio de medición del trabajo.

3.3 Fundamentos del SMED

El SMED (**S**ingle **M**inute **E**xchange of **D**ie), es considerado como la teoría y técnicas diseñadas para llevar a cabo las operaciones de cambio en menos de 10 minutos. La necesidad de aplicar este principio, surge cuando el mercado demanda por una mayor variedad de productos y se tiende a reducir el tamaño de los lotes de fabricación. Con la finalidad de conservar un nivel adecuado frente al mercado, se opta por: reducir el tiempo de preparación de máquina o se continúa haciendo lotes grandes incrementándose el tamaño de los almacenes de producto terminado.

El SMED es una herramienta que aumenta la flexibilidad de las estaciones de trabajo en las áreas de la planta de producción, a través de la reducción del tiempo de cambio; es decir al grupo de actividades que son parte de la operación de preparación de máquina.

Las etapas conceptuales que constituyen la metodología del sistema SMED, se exponen a continuación:

Etapa Preliminar - No están diferenciadas las preparaciones interna y externa. Generalmente, durante la operación de preparación de máquina se suele confundir la preparación interna con la externa y de igual manera lo que se puede realizar externamente se hace internamente, prolongando el tiempo ocioso de las máquinas.

Primera Etapa - Separación de la preparación interna y externa. La diferenciación de las actividades de preparación, en interna y externa, es el primer paso más durante la aplicación del SMED.

Existen actividades que no se deben llevar a cabo mientras la máquina está parada, como: preparación de piezas, mantenimiento de útiles/herramientas y demás operaciones semejantes. El punto es tratar la mayor parte de las actividades de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna, se reducirá considerablemente entre un 30 y 50%.

Segunda etapa - Convertir la preparación interna en externa. En la mayoría de los casos, las operaciones de cambio consideradas como internas se pueden convertir en externas al

explorar la función que cumple desde la raíz. En este punto, es de suma importancia contar y desarrollar nuevos puntos de vista, los cuales no tengan la influencia de prácticas anteriores.

Tercera Etapa - Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.- Esta etapa convoca a la agrupación de ideas que permitan esforzarnos en lograr la perfección de todas y cada una de las operaciones de cambio que forman parte de la preparación de máquina tanto interna como externa; se requiere de un estudio específico de cada operación básica.

3.4 Capacitación.

Se requiere que los operadores afinen sus conocimientos, aptitudes y habilidades con el fin de manejar los nuevos procedimientos. Para asegurar que la capacitación tenga un impacto máximo en el desempeño individual como de grupo, es preciso utilizar un enfoque sistemático. Este enfoque supone cuatro fases:

- 1) Detectar necesidades de capacitación.
- 2) Diseño de programa.
- 3) Implementación.
- 4) Evaluación.

Fase 1 - Detectar necesidades de capacitación.- Los gerentes y empleados de recursos humanos o del área en mención, deben permanecer alerta a los tipos de capacitación que se requiere, cuando se necesite, quien lo precisa y que método es mejor.

Se debe abordar la evaluación de las necesidades en forma sistemática utilizando tres tipos de análisis:

- Organizacional, medio ambiente, estrategias y recursos.
- De tareas, funciones del puesto.
- De personal, desempeño, conocimientos y habilidades.

Fase 2 - Diseño del programa.- El diseño de capacitación debe enfocarse al menos en cuatro cuestiones relacionadas:

- Objetivos.
- Deseo y motivación de la persona.
- Principios de aprendizaje.
- Características de los instructores.

Fase 3 - Implementación.- La elección de los métodos de instrucción es el punto clave de un programa, una consideración

fundamental es determinar cual es el método apropiado para los conocimientos, habilidades y capacidades que se han de aprender.

Dentro de los métodos de capacitación para empleados en puestos no ejecutivos, tenemos la capacitación en el puesto. Ofrece la ventaja de proporcionar una experiencia práctica en condiciones laborales normales, así como una ocasión para que el instructor establezca buenas relaciones con los empleados.

Fase 4 - Evaluación.- Debe ser evaluada como cualquier otra función de la administración de recursos humanos, para determinar su eficacia. Existen cuatro criterios básicos para evaluar la capacitación: Reacciones, Aprendizaje, Comportamiento, Resultados.

3.5 Medición del trabajo.

La medición del trabajo se puede aplicar en cualquier situación donde se necesite de planificación, programación y control del mantenimiento. Sin medición no hay control, sea esta una estimación mental o un estándar de trabajo elaborado cuidadosamente y determinado por la medición de trabajo.

Todos los sistemas prácticos de medición de trabajo involucran (1) la medición del tiempo real observado y (2) el ajuste del tiempo observado para obtener el tiempo estándar. Dentro de esta clasificación tenemos:

- Estudios de tiempo con cronómetro.
- Muestreo de trabajo.
- Sistemas de medición del trabajo con datos estándares.

Dado que no contamos con datos estándares válidos que sirvan para ser aplicados en nuestro estudio, y por la naturaleza del problema utilizaremos la medición de trabajo por medio de estudio de tiempos con cronómetro.

Entre las desventajas del muestreo de trabajo tenemos que no provee una desagregación de elementos tan completa como el estudio de tiempos. Cuando se utiliza el muestreo de trabajo para este fin el observador tiene que tener buena experiencia porque debe adjuntar una clasificación de desempeño a las observaciones.

La metodología para el estudio de tiempos con cronómetro se desarrolla a través de los siguientes pasos:

Selección de los operarios

- No se debe elegir a un operario lento, debido a que el estudio puede resultar en estándares de tiempos muy holgados perjudicando a la compañía.
- No se debe elegir al mejor operario, debido a que el estudio puede resultar en estándares de tiempos muy estrechos perjudicando a los trabajadores.
- El operario medio o promedio normalmente realizará un trabajo consistente y su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado a lo normal.

Elaboración de tablas de medición y selección de técnica a utilizarse en la toma de tiempos

Existen dos técnicas para determinar los tiempos elementales durante el estudio: Técnica de método continuo y de regreso a cero; se aplicará la primera.

- Técnica de método continuo, el cronómetro se deja correr mientras dura el estudio, se lee el punto Terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento.

Ventaja, presenta un registro completo de todo el período de observación; Desventaja, se necesitan restas sucesivas de las lecturas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

Las tablas de medición deben permitir recopilar la mayor cantidad de datos que sean de trascendencia para el estudio como los elementos en los que se descompone la operación, datos del operario, el proceso, condiciones de trabajo, registro de tiempos de inicio y finalización de cada actividad, número de observaciones.

Determinación del número de observaciones necesarias para el estudio de tiempos

Se pueden utilizar las tablas elaboradas por la General Electric Company o la Westinghouse Electric Company, por el tipo de actividades que vamos a medir tomaremos los datos sugeridos en la tabla 4 de la General Electric:

TABLA 4
TABLA DE LA GENERAL ELECTRIC

<u>Tiempo del ciclo en minutos</u>	<u>Número de ciclos recomendados</u>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 en adelante	3

Toma de tiempos y registro de valores e información significativa

Durante el trabajo de campo, es importante que se registre la siguiente información que permita:

- Identificar el estudio cuando se necesite.
- Identificar el proceso, el método, la instalación, la máquina o las condiciones en que se realizó el estudio.

- Identificar al operario.
- Describir la duración del estudio.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándares y para el desarrollo de fórmulas; es necesario tener un histórico sobre las condiciones en que se desarrolló estos estándares.

Será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios, herramientas y el comportamiento de las máquinas; puesto que las condiciones de trabajo tienen una relación definida con el “Margen” o “tolerancia” que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoran en el futuro, puede disminuir el margen.

Calificación del operador

Una vez obtenido el tiempo observado, se ajusta con el fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal.

Se utiliza la clasificación global en ciclos de trabajo de media duración hasta 30 minutos y compuestos de elementos de corta duración inferior a 0.10 minutos. Se utiliza la calificación individual

en cada elemento para ciclos largos mayores a 30 minutos y compuestos de elementos cuya duración es mayor a 0.10 minutos.

- Sistema Westinghouse, para la calificación de la actuación se puede utilizar el sistema Westinghouse, con la ayuda de las tablas de la 5 a la 8:

TABLA 5
DESTREZA O HABILIDAD

<u>Puntaje</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Definición</u>
0.15	A1	Extrema
0.13	A2	Extrema
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena
0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*, 3a. ed. (N.Y. McGraw – Hill)

TABLA 6
CONSISTENCIA

<u>Puntaje</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Definición</u>
0.04	A1	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Deficiente

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*, 3a. ed. (N.Y. McGraw – Hill)

TABLA 7
CONDICIONES

<u>Puntaje</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Definición</u>
0.06	A1	Ideales
0.04	B	Excelentes
0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
- 0.03	E	Aceptables
- 0.07	F	Deficientes

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*, 3a. ed. (N.Y. McGraw – Hill)

TABLA 8
ESFUERZO O DESEMPEÑO

<u>Puntaje</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Definición</u>
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.08	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Deficiente
- 0.17	F2	Deficiente
Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, <i>Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives</i> , 3a. ed. (N.Y. McGraw – Hill)		

Aplicación de márgenes y tolerancias

Es necesario la aplicación de un margen o tolerancia al tiempo normal, con el fin de agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita cubrir: demoras personales, fatiga y retrasos inevitables. Se puede utilizar la tabla 9 elaborada por la oficina Internacional del trabajo, que a continuación encontramos:

TABLA 9
MARGENES O TOLERANCIAS
(Oficina Internacional del trabajo) *

A. Tolerancias constantes	
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias Variables	
1. Tolerancia por estar de pie	2
2. Tolerancia por posición no normal	
a. ligeramente molesta	0
b. molesta (cuerpo encorvado)	2
c. Muy molesta (acostado, extendido)	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar)	
Peso levantado (Kg / libras)	
2.5 ; 5	0
5 ; 10	1
7.5 ; 15	2
10 ; 20	3
12.5 ; 25	4
15 ; 30	5
17.5 ; 35	7
20 ; 40	9
22.5 ; 45	11
25 ; 50	13
30 ; 60	17
35 ; 70	22
4. Alumbrado deficiente	
a. ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	0 - 10
6. Atención estricta	
a. trabajo moderadamente fino	0
b. trabajo fino o de gran cuidado	2
c. trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido	
a. continuo	0
b. intermitente fuerte	2
c. intermitente muy fuerte	5
d. de alto volumen fuerte	5
8. Esfuerzo mental	
a. proceso moderadamente complicado	1
b. proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. muy complicado	8
9. Monotonía	
a. escasa	0
b. moderada	1
c. excesiva	4
10. Tedio	
a. algo tedioso	0
b. tedioso	2
c. muy tedioso	5

Cálculo del tiempo estándar y presentación de los resultados

Se obtiene al multiplicar el tiempo medio observado, por un factor de conversión (factor de calificación por la tolerancia):

$$T_s = T_m \times (f \times t)$$

Ts: tiempo estándar

Tm: tiempo medio observado

f: calificación de la actuación

t: tolerancia

El tiempo estándar depende directamente del método de trabajo (herramientas, equipos, distribución de la estación de trabajo, condiciones del material, tipo de material, condiciones de trabajo, entre otros).

3.6 Planificación de la producción

La planeación y programación de la producción, se basa en los tiempos de ciclo y en el aprovechamiento de la capacidad disponible para la producción.

Los tiempos estándar determinan a lo largo de la planeación una medida de los recursos requeridos para la consecución del plan de producción.

El tiempo estándar de operación determina entonces un parámetro de medición confiable. Puede llevarse un registro del desempeño y pronosticar los niveles de producción y aprovechamiento de la capacidad.

Esto requiere que los recursos estén disponibles: en la cantidad apropiada, el tiempo apropiado, y con el nivel de calidad apropiado.

Las actividades de planeación y control son aquellas que proveen a los sistemas, procedimientos y decisiones que conectan los recursos de la operación con la demanda de los clientes.

La oferta o provisión de recursos no es infinita, por lo tanto existen restricciones:

- Costo: productos y/o servicios deben ser producidos a cierto costo.
- Capacidad: productos y servicios deben ser producidos dentro de la capacidad diseñada.

- Tiempo: productos y servicios deben ser producidos cuando el cliente los necesita.
- Calidad: productos y servicios deben ser producidos dentro de las tolerancias permitidas.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se desarrollará la metodología para el trabajo de investigación. El objetivo general del proyecto es proponer mejoras en la planificación de la producción del área de convertidoras; proponiendo inicialmente mejoras al método para la preparación de las máquinas que tendrá un impacto positivo puesto que debemos definir el método de trabajo al cual vamos a medir el tiempo y realizar el cálculo de los estándares respectivos.

En el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se especifican las tres causas principales de paras no programadas, que vamos a reducir: paras por ajuste de máquina, para por falta de materia prima (láminas de cartón corrugado) y para por no tener el programa de producción en la estación de trabajo.

En esta área se registran índices bajos en la eficiencia de las máquinas y en el cumplimiento de la producción planificada.

4.1 Exploración preliminar de las actividades de preparación de máquina.

Como lo revisado en el capítulo 2, el proceso de conversión inicia con el requerimiento de láminas de cartón corrugado para la corrida de producción y finaliza con el paletizado de los bultos de cajas. Entre los recursos que se utilizan, tenemos:

**TABLA 10
MATERIALES DE LA ESTACIÓN**

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

Materia Prima	Insumos
Láminas de pared sencilla flauta C y B	Tinta
Láminas de doble pared flauta BC Piola	Goma
-	Piola

La corrida de producción se realiza de forma semiautomática, entre hombre y máquina; la recarga de láminas en la bandeja de entrada y el embalaje del producto terminado se lleva a cabo manualmente.

Con el fin de lograr un mayor impacto en los resultados obtenidos para la empresa a través de este trabajo, la investigación se enfocará en una de las cuatro convertidoras. Para su selección, se

elaboró un diagrama en base a la información de las cargas de trabajo por máquina, en un período de 10 meses.

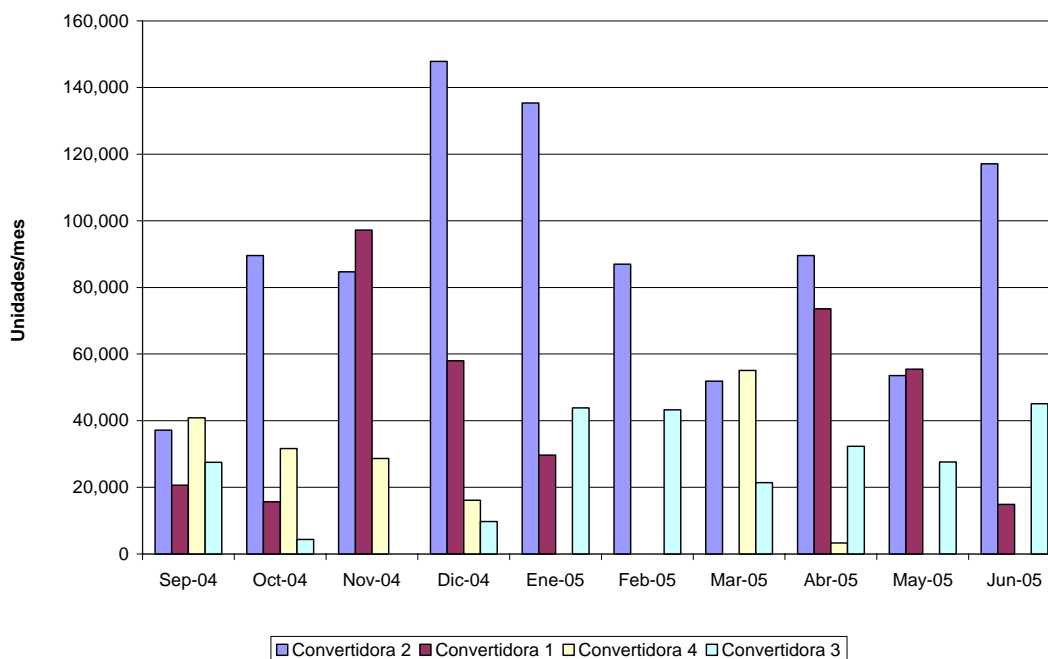


FIGURA 4.1. CARGA DE TRABAJO POR CONVERTIDORA

Fuente: Información del sistema del Dpto. de planificación, Sep.06 / Jun.07

La figura 4.1. muestra claramente a la convertidora No. 2, como aquella que tiene la mayor carga de trabajo; representada por la tasa de producción mensual de cajas de cartón en general.

En el cuerpo de la máquina convertidora se puede distinguir cinco secciones, figura 4.2., en las cuales se requieren realizar trabajos de preparación previa a una corrida de producción:

- a) Mesa alimentadora
- b) Cuerpo rayador/ eslotador
- c) Cuerpo impresor
- d) Cuerpo troquelador
- e) Puente de la máquina

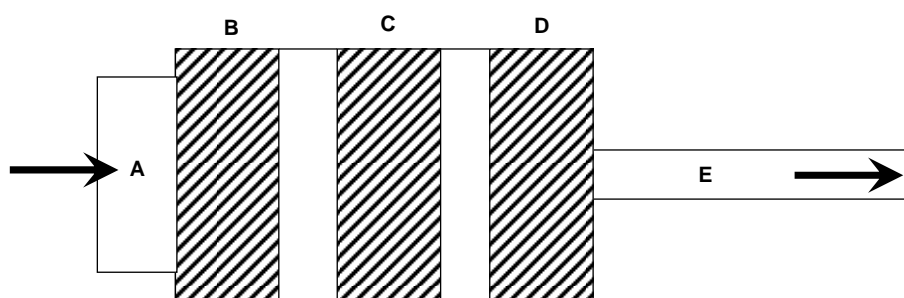


FIGURA 4.2. ESQUEMA DE MÁQUINA CONVERTIDORA

A continuación se presenta una tabla, que se elaboró en base a información con la que contaba la empresa recopilada en estudios realizados anteriormente, donde consta el desglose de las actividades de preparación de máquina para cada sección de la convertidora; esta nos va a dar una idea general de la operación de preparación y lo que esta involucra.

TABLA 11
ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE MÁQUINA
 (Registro histórico año 2005)

Proceso: Conversión de láminas		Operación: Preparación de máquina	Observador: N.N.
Sección	Operación	No.	Actividad
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramientas para mesa alimentadora
		2	Aflojar pernos de alimentadora
		3	Subir mesa alimentadora
		4	Encerar máquina
		5	Verificar medida de lámina
		6	Bajar mesa alimentadora
		7	Graduar la mesa alimentadora
		8	Graduar rodillos de alimentadora
		9	Graduar plancha de alimentadora
		10	Ajustar pernos de alimentadora
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores
		12	Aflojar pernos de rayadores
		13	Graduar rayador
		14	Ajustar pernos de rayador
		15	Aflojar pernos de eslotador
		16	Seleccionar cuchilla
		17	Verificar dimensiones de cuchilla
		18	Colocar cuchilla
		19	Graduar cuchilla
		20	Ajustar pernos de eslotador
		21	Graduar cortadora
		22	Graduar altura de lámina
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé
		24	Separar clisé requerido
		25	Sacar clisé del tambor
		26	Colocar clisé en el tambor
		27	Graduar tambor con clisé montado
		28	Ajustar clisé al tambor
		29	Lavar clisé desmontado
	Cambio de tinta	30	Guardar clisé desmontado
		31	Buscar tinta
		32	Separar tinta requerida
		33	Sacar sobrante de tinta
		34	Limpiar canal de tinta
		35	Colocar tinta
		36	Abastecer de tinta al sistema
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta para cambio de troquel
		38	Aflojar pernos del troquel
		39	Desmontar troquel
		40	Guardar troquel desmontado
		41	Buscar troquel para montaje
		42	Montar troquel
		43	Colocar pernos
		44	Graduar troquel
		45	Ajustar pernos del troquel
		46	Guardar herramientas
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	47	Buscar herramienta para calibración de puente de máquina
		48	Alinear puente doblador
		49	Calibrar puente
		50	Regular velocidad
		51	Verificar pegamento
		52	Aflojar pernos del cuadrador
		53	Graduar el cuadrador
		54	Graduar topes
		55	Alinear pisadores
		56	Ajustar pernos del cuadrador

* Fuente: Archivos dpto. planificación de producción, 06

Cada uno de los grupos de actividades de preparación antes mencionados, tabla 11, se realiza de forma independiente por el colaborador asignado para tal tarea y cada sección tiene operaciones de preparación determinadas. Por ejemplo, para la sección del cuerpo impresor se tienen que realizar cambio de clisé y de tinta.

Este particular permite que de acuerdo al tipo de producto que se vaya a elaborar por corrida de producción, estas actividades sean combinadas de tal forma que se establezca la operación de preparación de máquina por tipo de caja. Las cajas pueden ser troqueladas o no (las demás actividades se repiten en todos los casos).

Una vez establecidas las actividades de preparación, estamos en capacidad de revisar puntos en los cuales veamos posibles mejoras. Estas actividades van a ser analizadas con mayor detalle en los siguientes puntos del trabajo, se van a estudiar los elementos de la operación con el fin de proponer mejoras en los métodos y prácticas utilizadas, con planteamientos sencillos y razonados que podemos puntualizar luego de un estudio de este tipo.

4.2 Aplicación del análisis de operaciones.

Con ayuda de la tabla 12, podemos clasificar las actividades de preparación dentro de las siguientes categorías, puesto que no todas resultan ser elementos de trabajo. Estas categorías son:

- Demoras especiales (DES)
- Demoras inevitables (DIN), y
- Demoras personales (DPE)

Si se observa nuestro cuadro que consta de 56 actividades, se puede señalar que 41 de las actividades son elementos de trabajo, estas representan un 73.21% de total.

El otro 25%, son consideradas como demoras especiales, es decir que 14 elementos están clasificados en esta categoría. El 3.57% restante son demoras inevitables (1 actividad).

TABLA 12
CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES POR CATEGORÍA DE TRABAJO

Proceso: Conversión de láminas		Operación: Preparación de máquina		Observador: N.N.
Sección	Operación	No.	Actividad	Tipo de actividad
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramientas - calibración de mesa	DES
		2	Aflojar pernos de alimentadora	T
		3	Subir mesa alimentadora	T
		4	Encerar máquina	T
		5	Verificar medida de lámina	DES
		6	Bajar mesa alimentadora	T
		7	Graduar la mesa alimentadora	T
		8	Graduar rodillos de alimentadora	T
		9	Graduar plancha de alimentadora	T
		10	Ajustar pernos de alimentadora	T
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	T
		12	Aflojar pernos de rayadores	T
		13	Graduar rayador	T
		14	Ajustar pernos de rayador	T
		15	Aflojar pernos de eslotador	T
		16	Seleccionar cuchilla	DES
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	DES
		18	Colocar cuchilla	T
		19	Graduar cuchilla	T
		20	Ajustar pernos de eslotador	T
		21	Graduar cortadora	T
		22	Graduar altura de lámina	T
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	DES
		24	Separar clisé requerido	DES
		25	Sacar clisé del tambor	T
		26	Colocar clisé en el tambor	T
		27	Graduar tambor con clisé montado	T
		28	Ajustar clisé al tambor	T
		29	Lavar clisé desmontado	DIN
	Cambio de tinta	30	Guardar clisé desmontado	DES
		31	Buscar tinta	DES
		32	Separar tinta requerida	DES
		33	Sacar sobrante de tinta	T
		34	Limpiar canal de tinta	T
		35	Colocar tinta	T
		36	Abastecer de tinta al sistema	T
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta cambio de troquel	DES
		38	Aflojar pernos del troquel	T
		39	Desmontar troquel	T
		40	Guardar troquel desmontado	DES
		41	Buscar troquel para montaje	DES
		42	Montar troquel	T
		43	Colocar pernos	T
		44	Graduar troquel	T
		45	Ajustar pernos del troquel	T
		46	Guardar herramientas	DES
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	47	Buscar herramienta calibración de puente	DES
		48	Alinear puente doblador	T
		49	Calibrar puente	T
		50	Regular velocidad	T
		51	Verificar pegamento	T
		52	Aflojar pernos del cuadrador	T
		53	Graduar el cuadrador	T
		54	Graduar topes	T
		55	Alinear pisadores	T
		56	Ajustar pernos del cuadrador	T

* T: elemento de trabajo, DES: demora especial, DIN: demora inevitable, DPE: demora personal

Continuando con el análisis, se va a utilizar los datos de tiempos de ejecución para cada una de las actividades de preparación, y se completará la tabla. Estos tiempos fueron establecidos en un determinado momento y han sido utilizados por el departamento de planificación para desarrollar su programa y proyectar la carga de trabajo para cada una de las convertidoras.

El tiempo total de las actividades de preparación es de 56.01 minutos, cabe anotar que este no es el tiempo que se estima de preparación de convertidora, puesto que las actividades que se han agrupado por sección de máquina se realizan en paralelo con la colaboración de varios operadores.

Esta información resulta ser de gran utilidad puesto que uno de nuestros análisis puede ir enfocado a aquel conjunto de elementos que tienen el tiempo de ejecución más alto, ya sea porque es una actividad que requiere de gran concentración, o no cuenta con la cantidad de personal recomendado. Otra hipótesis que se maneja es que el esfuerzo empleado no es el suficiente y se invierte mucho tiempo en actividades tales como las consideradas dentro de demoras especiales o demoras inevitables, que no agregan valor a la operación.

TABLA 13
TIEMPOS DE PREPARACION POR CONVERTIDORA
 (Registro histórico año 2005)

Proceso: Conversión de láminas		Operación: Preparación de máquina			Observador: N.N.	
Sección	Operación	No.	Actividad	Tipo de actividad	Tiempo de ejecución individual (min)	Tiempo de ejecución global por operación (min)
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	DES	0.49 Min.	3.00 Min.
		2	Aflojar pernos de alimentadora	T	0.21 Min.	
		3	Subir mesa alimentadora	T	0.27 Min.	
		4	Encerar máquina	T	0.18 Min.	
		5	Verificar medida de lámina	DES	0.09 Min.	
		6	Bajar mesa alimentadora	T	0.27 Min.	
		7	Graduar la mesa alimentadora	T	0.43 Min.	
		8	Graduar rodillos de alimentadora	T	0.43 Min.	
		9	Graduar plancha de alimentadora	T	0.43 Min.	
		10	Ajustar pernos de alimentadora	T	0.21 Min.	
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	T	0.15 Min.	3.00 Min.
		12	Aflojar pernos de rayadores	T	0.15 Min.	
		13	Graduar rayador	T	0.30 Min.	
		14	Ajustar pernos de rayador	T	0.09 Min.	
		15	Aflojar pernos de eslotador	T	0.15 Min.	
		16	Seleccionar cuchilla	DES	0.22 Min.	
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	DES	0.07 Min.	
		18	Colocar cuchilla	T	0.89 Min.	
		19	Graduar cuchilla	T	0.30 Min.	
		20	Ajustar pernos de eslotador	T	0.09 Min.	
		21	Graduar cortadora	T	0.30 Min.	
		22	Graduar altura de lámina	T	0.30 Min.	
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	DES	0.10 Min.	7.00 Min.
		24	Separar clisé requerido	DES	0.05 Min.	
		25	Sacar clisé del tambor	T	1.00 Min.	
		26	Colocar clisé en el tambor	T	1.10 Min.	
		27	Graduar tambor con clisé montado	T	2.15 Min.	
		28	Ajustar clisé al tambor	T	0.60 Min.	
		29	Lavar clisé desmontado	DIN	1.32 Min.	
	Cambio de tinta	30	Guardar clisé desmontado	DES	0.68 Min.	13.00 Min.
		31	Buscar tinta	DES	0.12 Min.	
		32	Separar tinta requerida	DES	0.20 Min.	
		33	Sacar sobrante de tinta	T	5.68 Min.	
		34	Limpia canal de tinta	T	3.00 Min.	
		35	Colocar tinta	T	2.80 Min.	
		36	Abastecer de tinta al sistema	T	1.20 Min.	
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta para cambio de troquel	DES	0.23 Min.	28.00 Min.
		38	Aflojar pernos del troquel	T	1.37 Min.	
		39	Desmontar troquel	T	8.29 Min.	
		40	Guardar troquel desmontado	DES	2.61 Min.	
		41	Buscar troquel para montaje	DES	0.19 Min.	
		42	Montar troquel	T	8.55 Min.	
		43	Colocar pernos	T	1.41 Min.	
		44	Graduar troquel	T	2.83 Min.	
		45	Ajustar pernos del troquel	T	0.98 Min.	
		46	Guardar herramientas	DES	1.54 Min.	
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	47	Buscar herramienta para calibración de puente	DES	0.08 Min.	2.00 Min.
		48	Alinear puente doblador	T	0.24 Min.	
		49	Calibrar puente	T	0.40 Min.	
		50	Regular velocidad	T	0.12 Min.	
		51	Verificar pegamento	T	0.18 Min.	
		52	Aflojar pernos del cuadrador	T	0.12 Min.	
		53	Graduar el cuadrador	T	0.30 Min.	
		54	Graduar topes	T	0.24 Min.	
		55	Alinear pisadores	T	0.20 Min.	
		56	Ajustar pernos del cuadrador	T	0.12 Min.	

* Fuente: Archivos dpto. planificación de producción, 05.

TABLA 14
RESUMEN DE TIEMPOS DE PREPARACIÓN DE CONVERTIDORA
 (Registro histórico año 2005)

Tipo de actividad	Cant.	%	Tiempo
Elementos de trabajo	41	73.21%	48.00 Min.
Demoras especiales	14	25.00%	6.69 Min.
Demoras inevitables	1	1.79%	1.32 Min.
Totales	56	100.00%	56.01 Min.

Prosiguiendo con el análisis de operaciones, se presenta la figura 4.3 donde se señalen las actividades y se especifique cuales se realizan de forma interna y cuales de forma externa en la operación de preparación de máquina en la actualidad, esto se conoce como gráfico de análisis de operaciones.

Asimismo, se marcan aquellos elementos que son desperdicio de tiempo; por lo cual se deben analizar principalmente con el fin de reducirlos y/o de ser posible eliminarlos. Solo las actividades que aportan a la preparación de máquina son consideradas como elementos de trabajo, los demás elementos son catalogados como desperdicio de tiempo.

Cada actividad debe tomarse como parte de un proceso, y de esta forma se puede determinar si es mejor eliminarla, combinarla o realizarla durante el tiempo de espera de otra operación.

Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo de ejecución (min)	Categoría			Observaciones
					I	E	D	
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.49 Min.	●	↻	📦	Organizar una sección para herramientas e identificarlas.
		2	Aflojar pernos de alimentadora	0.21 Min.	●			
		3	Subir mesa alimentadora	0.27 Min.	●			
		4	Encerar máquina	0.18 Min.	●			
		5	Verificar medida de lámina	0.09 Min.	●		📦	Identificar producto que ingresa de corrugado
		6	Bajar mesa alimentadora	0.27 Min.	●			
		7	Graduar la mesa alimentadora	0.43 Min.	●			
		8	Graduar rodillos de alimentadora	0.43 Min.	●			
		9	Graduar plancha de alimentadora	0.43 Min.	●			
		10	Ajustar pernos de alimentadora	0.21 Min.	●			
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	0.15 Min.	●			
		12	Aflojar pernos de rayadores	0.15 Min.	●			
		13	Graduar rayador	0.30 Min.	●			
		14	Ajustar pernos de rayador	0.09 Min.	●			
		15	Aflojar pernos de eslotador	0.15 Min.	●			
		16	Seleccionar cuchilla	0.22 Min.	●	↻	📦	Identificar elemento y ubicar en la sección de herramientas.
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	0.07 Min.	●	↻	📦	Elaborar identificaciones con información técnica.
		18	Colocar cuchilla	0.89 Min.	●			
		19	Graduar cuchilla	0.30 Min.	●			
		20	Ajustar pernos de eslotador	0.09 Min.	●			
		21	Graduar cortadora	0.30 Min.	●			
		22	Graduar altura de lámina	0.30 Min.	●			
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	0.10 Min.	●	↻	📦	Organizar una sección para herramientas e identificarlas.
		24	Separar clisé requerido	0.05 Min.	●	↻	📦	Designar un responsable de esta actividad.
		25	Sacar clisé del tambor	1.00 Min.	●			
		26	Colocar clisé en el tambor	1.10 Min.	●			
		27	Graduar tambor con clisé montado	2.15 Min.	●			
		28	Ajustar clisé al tambor	0.60 Min.	●			
	Cambio de tinta	29	Lavar clisé desmontado	1.32 Min.	●	↻	📦	Designar un responsable de esta actividad.
		30	Guardar clisé desmontado	0.68 Min.	●	↻	📦	
		31	Buscar tinta	0.12 Min.	●	↻	📦	Organizar una sección para herramientas e identificarlas.
		32	Separar tinta requerida	0.20 Min.	●	↻	📦	Designar un responsable de esta actividad.
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	33	Sacar sobrante de tinta	5.68 Min.	●			
		34	Limpiar canal de tinta	3.00 Min.	●			
		35	Colocar tinta	2.80 Min.	●			
		36	Abastecer de tinta al sistema	1.20 Min.	●			
		37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.23 Min.	●	↻	📦	Organizar una sección para herramientas e identificarlas.
		38	Aflojar pernos del troquel	1.37 Min.	●			
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	39	Desmontar troquel	8.29 Min.	●			
		40	Guardar troquel desmontado	2.61 Min.	●	↻	📦	Designar un responsable de esta actividad.
		41	Buscar troquel para montaje	0.19 Min.	●		📦	
		42	Montar troquel	8.55 Min.	●			
		43	Colocar pernos	1.41 Min.	●			
		44	Graduar troquel	2.83 Min.	●			
		45	Ajustar pernos del troquel	0.98 Min.	●			
		46	Guardar herramientas	1.54 Min.	●	↻	📦	Designar un responsable de esta actividad.
		47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.08 Min.	●	↻	📦	Organizar una sección para herramientas e identificarlas.
48	Alinear puente doblador	0.24 Min.	●					
49	Calibrar puente	0.40 Min.	●					
50	Regular velocidad	0.12 Min.	●					
51	Verificar pegamento	0.18 Min.	●					
52	Aflojar pernos del cuadrador	0.12 Min.	●					
53	Graduar el cuadrador	0.30 Min.	●					
54	Graduar topes	0.24 Min.	●					
55	Alinear pisadores	0.20 Min.	●					
56	Ajustar pernos del cuadrador	0.12 Min.	●					

* I: Interma, E: Externa, D: Desperdicio

FIGURA 4.3. GRÁFICO PARA ANÁLISIS DE OPERACIONES

Al momento se observa en la figura anterior, que todas las actividades de preparación son consideradas dentro de la categoría Interna, es decir que se cumplen con la convertidora parada, y ninguna se ejecuta de forma externa, una vez que la convertidora esté trabajando.

Entre las actividades de la categoría interna que se pueden sugerir se lleven a cabo de forma externa, tenemos las siguientes:

- **Actividades 1:** Buscar herramienta para calibración de mesa
- **Actividad 16:** Seleccionar cuchilla
- **Actividad 17:** Verificar dimensiones de cuchilla
- **Actividad 23:** Buscar clisé
- **Actividad 24:** Separar clisé requerido
- **Actividad 29:** Lavar clisé desmontado
- **Actividad 30:** Guardar clisé desmontado
- **Actividad 31:** Buscar tinta
- **Actividad 32:** Separar tinta requerida
- **Actividades 37:** Buscar herramienta para cambio de troquel
- **Actividad 40:** Guardar troquel desmontado
- **Actividad 46:** Guardar herramientas
- **Actividades 47:** Buscar herramienta para calibración de puente

Estos elementos, son una fuente potencial de propuestas para mejora, que nos encaminen a determinar un correcto método de preparación de máquina. En el gráfico también se anotaron en la columna de observaciones, algunas sugerencias que podrían mejorar cada actividad de preparación.

Además, tenemos que 15 de las 56 actividades (26.79%) está en la categoría de desperdicio. Con esta información se va a plantear otro gráfico, que muestra a que tipo de desperdicio pertenece la actividad señalada y el tiempo que esta resta de la operación. Los tipos de desperdicios son:

- **Desperdicio de organización:** Se catalogan dentro de este tipo las búsquedas, movimientos originados por mala organización/ distribución del área de trabajo, transporte y demás actividades que el operador ejecute con el fin de organizar su trabajo para luego comenzar con la preparación de máquina.

- **Desperdicio de cambio/ reemplazo:** se catalogan dentro de este tipo los ajustes y desajustes de piezas para su cambio o reemplazo.
- **Desperdicio de ajustes:** se catalogan dentro de este tipo las actividades que se practican a causa de la insuficiencia durante la preparación de la convertidora.

Para el diseño de la figura 4.4 se evaluaron cada una de las actividades de desperdicio definidas en la tabla 4.3 (clasificación de actividades por categoría de trabajo y/o demoras) y se las clasificó por tipo de desperdicio, como los establecidos en el párrafo anterior, adicionando aquellos elementos de trabajo que se relacionan con alguno de los tipos mencionados.

Las 24 actividades de preparación constan con su respectivo tiempo de ejecución y el cálculo del peso en porcentaje para cada uno de los tipos.

La utilidad de este gráfico se verá reflejada al momento de sugerir formas de cómo reducir ó eliminar dichos desperdicios.

Tipo de desperdicio	No.	Actividad	Tiempo de ejecución (min)	Tiempo total (min)	%
De organización	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.49 Min.	7.88 Min.	68.84%
	5	Verificar medida de lámina	0.09 Min.		
	16	Seleccionar cuchilla	0.22 Min.		
	23	Buscar Clisé	0.10 Min.		
	29	Lavar clise desmontado	1.32 Min.		
	30	Guardar clise desmontado	0.68 Min.		
	31	Buscar tinta	0.12 Min.		
	32	Separar tinta requerida	0.20 Min.		
	37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.23 Min.		
	40	Guardar troquel desmontado	2.61 Min.		
	41	Buscar troquel para montaje	0.19 Min.		
	46	Guardar herramientas de cambio de troquel	1.54 Min.		
	47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.08 Min.		
De cambio/ reemplazo	2	Aflojar pernos de alimentadora	0.21 Min.	3.49 Min.	30.52%
	10	Ajustar pernos de alimentadora	0.21 Min.		
	12	Aflojar pernos de rayadores	0.15 Min.		
	14	Ajustar pernos de rayador	0.09 Min.		
	15	Aflojar pernos de eslotador	0.15 Min.		
	20	Ajustar pernos de eslotador	0.09 Min.		
	38	Aflojar pernos del troquel	1.37 Min.		
	45	Ajustar pernos del troquel	0.98 Min.		
	52	Aflojar pernos del cuadrador	0.12 Min.		
56	Ajustar pernos del cuadrador	0.12 Min.			
De ajustes	17	Verificar dimensiones de cuchilla	0.07 Min.	0.07 Min.	0.64%
Totales			11.45 Min.	11.45 Min.	100.00%

FIGURA 4.4. GRÁFICO PARA ANÁLISIS DE DESPERDICIO

Otro punto que vamos a evaluar, es la carga de trabajo por operador, que parte de la operación tiene asignado cada uno y como se desarrollan en paralelo. Con la ayuda del diagrama de proceso de grupo y la información histórica, elaboramos el siguiente gráfico presentado en la figura 4.5.

Como lo mencionado en el punto de exploración preliminar de las actividades de preparación, cada uno de los grupos de actividades se lleva a cabo de forma independiente por la persona designada del área, y para el caso particular del cambio de troquel se emplean 2 personas.

Cada convertidora cuenta con 6 personas que trabajan por turno: 1 operador y 5 ayudantes. Ellas se encargan de la preparación de máquina y de cumplir con la corrida de producción planificada y entregada a ellos. De estas 6 personas, 5 cumplen funciones de preparación (al momento todas internas) por cada sección de la convertidora, y una de ellas es responsable de la limpieza del área, en lo que se inicia la nueva corrida. La operación muestra grandes cantidades de tiempo ocioso, por lo que se debe revisar la distribución de responsabilidades y asignar de mejor manera el recurso humano.

El operador de la máquina, cabeza del equipo, realiza la mayor cantidad de actividades en un número de 32; sin embargo no le ocupan tanto tiempo (8 min.) como en el caso de los ayudantes que cambian el troquel, ellos se toman 28 minutos para 10 actividades, representando la parte de la operación que determina el tiempo total requerido (cuello de botella), por lo cual será uno de nuestros puntos clave de propuestas para mejora; la segunda en importancia es la que ejecuta el ayudante 2, cambio de tinta.

Es importante considerar este punto, porque al definir el método de trabajo recomendado una de nuestras propuestas será establecer actividades de preparación dependiendo del tipo de producto que se vaya a realizar y de las condiciones en las que se reciba la convertidora, por lo que al eliminar por ejemplo las de cambio de troquel, el cambio de tinta será la nueva parte de la operación que defina el tiempo total de preparación de máquina.

El porcentaje de participación de cada persona dentro del tiempo de preparación total se ve reflejado en la figura, 4.6 (**Apéndice O**):

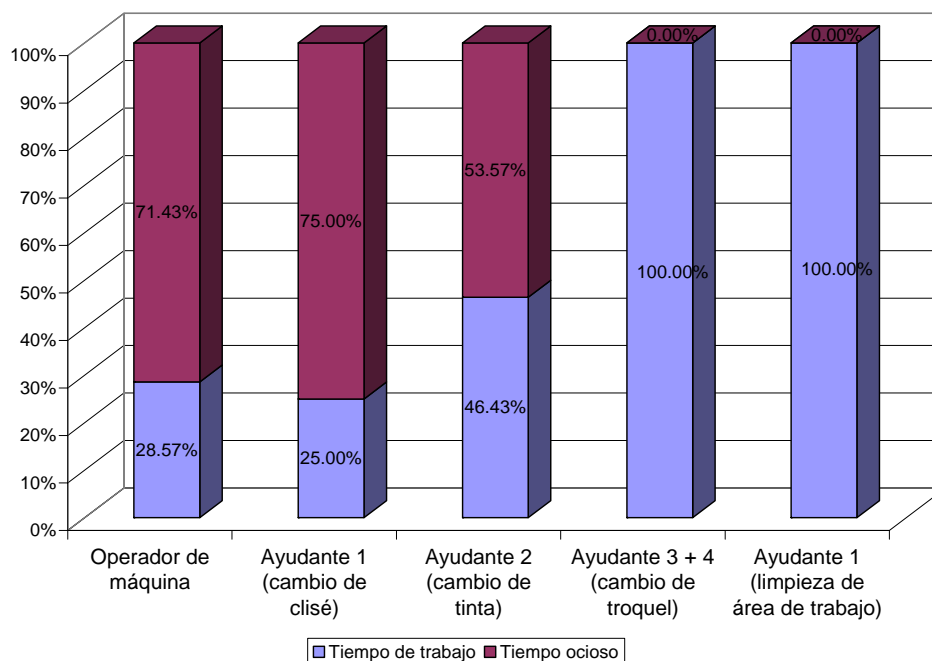
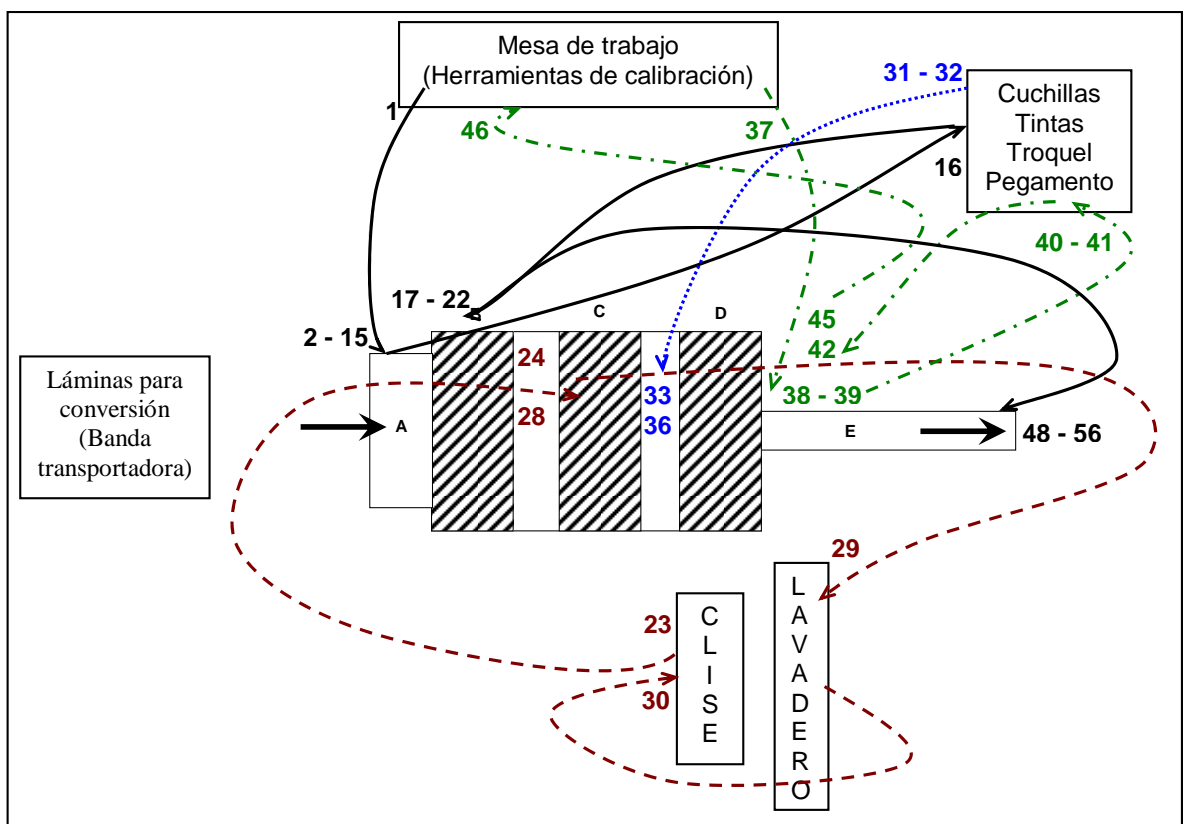


FIGURA 4.6 PARTICIPACIÓN DE PERSONAL DURANTE PREPARACIÓN DE MÁQUINA

La figura muestra bajos márgenes de participación, la persona con menor porcentaje es el ayudante 1, realiza el cambio de clisé en el 25% del tiempo total. A continuación y en ese orden, tenemos al operador de máquina, al ayudante 2 y finalmente a los ayudantes 3 y 4 encargados del cambio de troquel que consumen el 100% de su trabajo en esa tarea.

A los recursos subutilizados se los asignará a nuevas tareas, o en su defecto se redistribuirá la carga de trabajo respectiva, con el fin de aprovechar el tiempo y reducir los tiempos de preparación. Lo

ideal es que todos concluyan sus actividades al mismo tiempo. Otro principio del análisis de operaciones es el relacionado con la distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo. El área. A continuación la figura 4.7 muestra los recorridos del personal para cumplir con las actividades de preparación, este se conoce como diagrama de recorrido:



Línea	Significado	Actividades
—	Ruta Operador	1, 2-15, 16, 17-22, 48-56
- - -	Ruta Ayudante 1	23, 24-28, 29, 30
.....	Ruta Ayudante 2	31-32, 33-36
- . - . -	Ruta Ayudante 3 y 4	37, 38-39, 40-41, 42-45, 46

FIGURA 4.7 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Estos desplazamientos se deben a que el personal, durante las actividades de preparación, deben acudir a la mesa de trabajo por las herramientas dependiendo del trabajo y/o por el respectivo elemento para el cambio en la convertidora.

Así tenemos, el clisé, un troquel, cuchillas e insumos. Como podemos ver estos se encuentran ubicados en los alrededores de la estación de trabajo, en áreas destinadas para tal fin. Todas las actividades constan en el lugar donde inician y la línea indica el camino tomado por la persona durante el desarrollo de la operación.

Una buena propuesta sería un área de preparación para ubicar estos elementos que se requieren durante la preparación de máquina y que luego deben ser vueltos a almacenar, con la finalidad de ahorrar desplazamientos que son desperdicio en tiempo de operación.

Una correcta distribución, organización y equipamiento del lugar de trabajo, evitará tiempos improductivos a causa de búsquedas, identificaciones y transporte.

4.3 Definición del nuevo método de trabajo.

Una vez que se han analizado las actividades de preparación y el método utilizado en la actualidad para el alistamiento de la convertidora, así como la carga de trabajo por persona; se va a proceder con la definición de un método de trabajo sugerido, de tal forma que se mejore el uso de los recursos y se reduzca el tiempo que se destina para ello, además de permitirnos realizar un estudio de tiempos y actualizar los estándares utilizados para la planificación de la producción.

El principio del SMED menciona en su primera etapa la identificación de las actividades internas y externas de la operación, por lo que en la figura 4.3 del análisis de operaciones, se identificaron 15 actividades de alistamiento que se llevan a cabo al momento de manera interna y se ha detectado posibles mejoras para trasladarlas fuera de la preparación interna, es decir cumplirlas de manera externa mientras la máquina aun está trabajando.

La siguiente etapa es convertir estas actividades internas en externas, para lo cual hemos definido lo siguiente; las actividades:

- **Actividad 16:** Seleccionar cuchilla de cuerpo rayador/eslotador
- **Actividad 24:** Separar clisé requerido
- **Actividad 32:** Separar tinta requerida
- **Actividad 41:** buscar troquel para montaje
- **Actividades 46:** Guardar herramientas

Estas actividades son plenamente de preparación para el alistamiento de la máquina, la forma de hacerlo es antes de detener la máquina para cambiar de corrida de producción; es decir que estas actividades deben iniciar con anterioridad a la finalización de la corrida de producción que se esté cumpliendo al momento.

El tiempo requerido, se determinará por la suma de las actividades mencionadas (16, 24, 32, 41, 46) y se establecerá del inicio de las actividades de preparación interna de máquina hacia atrás. La finalidad es cumplir con estas actividades de forma externa y no afecten al tiempo de preparación interna.

En cuanto a las siguientes actividades:

- **Actividad 29:** Lavar clisé desmontado
- **Actividad 30:** Guardar clisé desmontado
- **Actividad 40:** Guardar troquel desmontado

Estas no se pueden realizar de manera previa a la preparación interna de la máquina, puesto que dependen de otras que si son parte de la preparación interna; para convertirlas en externas, vamos a llevarlas hasta el final de la preparación interna de máquina y establecer que se efectuarán una vez que la máquina sea puesta en marcha y se haya concluido el alistamiento de la convertidora.

Finalmente, tenemos las siguientes actividades que se pueden eliminar de la preparación interna, mejorando la organización de un área para herramientas y piezas, con sus respectivas identificaciones e información técnica que permitan un reconocimiento fácil, rápido y acertado de la pieza o herramienta que se requiera para la preparación interna.

- **Actividad 1:** Buscar herramienta para calibración de mesa
- **Actividad 17:** Verificar dimensiones de la cuchilla
- **Actividad 23:** Buscar clisé

- **Actividad 31:** Buscar tinta
- **Actividad 37:** Buscar herramienta para cambio de troquel
- **Actividad 47:** Buscar herramienta para calibración de puente

Se cuenta con dos áreas disponibles, la mesa de trabajo además de la pequeña bodega de insumos y piezas de la convertidora, cabe recalcar que esta bodega en mención se reabastece de material cuando así lo amerite, mientras tanto se debe mantener identificado el stock con el que se cuenta para que sea reconocido fácilmente, evitando las búsquedas y verificaciones por parte del personal.

Con respecto a la actividad pendiente:

- **Actividad 5:** Verificar medida de la lámina.

Todo producto, es decir láminas de cartón corrugado, que sale de producción del corrugador es identificado con un formato denominado "Identificación de producto en proceso" (**Apéndice P**), este no siempre se conserva en el pallet como se ha determinado para su identificación el área de convertidoras. Esto se debe retomar y mantener, puesto que es de vital importancia para

conservar identificado los productos, conocer el material con el que se cuenta y ubicar rápido las láminas cuando la convertidora las necesite, evitando las paras por falta de láminas.

En relación a la carga de trabajo por persona, que nos indica la participación de cada uno durante el alistamiento de máquina, tenemos:

Al momento, la máquina tiene asignadas 6 personas: 1 operador oficial y 5 ayudantes. Cuando la máquina está trabajando, ellos están distribuidos de la siguiente manera:

- Operador de la máquina: operando la máquina
- Ayudante 1 y 2: alimentar la máquina en la mesa alimentadora
- Ayudante 3 y 4: al final del puente embalando producto
- Ayudante 5: controlando contador y apilador de convertidora.

Cuando es tiempo de preparar la máquina para el cambio de corrida, las responsabilidades se cumplen como lo muestra la figura 4.5., donde tenemos las siguientes observaciones:

- Existe un bajo porcentaje de participación del personal durante el alistamiento de máquina.
- Tenemos a una persona subutilizada (ayudante 5).

Es por eso que se plantea a continuación un método de trabajo, que considera actividades internas como externas, eliminación de desperdicios y redistribución de responsabilidades entre los ayudantes:

- El ayudante 1 (encargado del cambio de clisé), se encargará de las actividades de preparación para el alistamiento (fase antes de iniciar con preparación interna).
- El ayudante 1, también deberá encargarse de la limpieza y organización de las piezas y herramientas utilizadas, una vez que éstas ya no se encuentran siendo utilizadas, como lo muestra a continuación la figura 4.8.
- El ayudante 5, será reasignado a otra área, de existir posibilidad; estamos sobredimensionando el personal para el trabajo en esta máquina.

DIAGRAMA DE PROCESO DE GRUPO - METODO SUGERIDO DE PREPARACION PARA CONVERTIDORA											
MAQUINA		OPERADOR DE CONVERTIDORA		AYUDANTE 1		AYUDANTE 2		AYUDANTE 3 + 4		AYUDANTE 5	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Terminado corrida de producción	0.66 min.			Seleccionar cuchilla	0.22 min.						
				Cambio de clisé	0.05 min.						
				Separar clisé requerido	0.20 min.						
				Separar tinta requerida	0.19 min.						
				Buscar troquel para montaje	1.00 min.						
				Sacar clisé del tambor	1.10 min.						
				Colocar clisé en el tambor	2.15 min.						
				Graduar tambor con clisé montado	0.60 min.						
				Ajustar clisé al tambor	1.32 min.						
				Lavar clisé desmontado	0.68 min.						
				Guardar clisé desmontado	2.80 min.						
				Tiempo ocioso	2.81 min.						
				Guardar troquel desmontado	3.00 min.						
				Limpieza del sitio de trabajo	2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						
					2.81 min.						
					2.80 min.						

A continuación, dejaremos planteadas las diferentes combinaciones de actividades que pueden darse de acuerdo al tipo de producto que se vaya a elaborar (troquelado o no), definiendo cuatro casos que son:

- **Caso 1:** Cambiar de producto troquelado a producto troquelado.
- **Caso 2:** Cambiar de producto troquelado a producto **NO** troquelado.
- **Caso 3:** Cambiar de producto **NO** troquelado a producto **NO** troquelado.
- **Caso 4:** Cambiar de producto **NO** troquelado a producto troquelado.

Caso 1: Cambiar de producto troquelado a producto troquelado.

La actividad que toma más tiempo es la de cambio de troquel (Sacar y colocar troquel). Esta actividad la realizan dos personas y se considera que una tercera en lugar de ayudar podría entorpecer de cierta forma la actividad de las dos primeras. Por lo que se propone el siguiente cuadro de actividades para este tipo de cambio, figura 4.9:

Caso 2: Cambiar de producto troquelado a producto NO troquelado.

Como no es necesario colocar el troquel para la nueva corrida de producción, las actividades de preparación del cuerpo troquelador se reducen porque solo se saca el troquel de la corrida anterior y quien determina ahora el tiempo mínimo de preparación de máquina es el cambio de tinta para la nueva corrida de producción.

Por la naturaleza de esta actividad no puede ser apoyada, no se reduce el tiempo si se incrementa el personal a cargo.

Puesto que no se debe colocar el troquel para la nueva corrida de producción, el tiempo se acorta y el encargado del clisé realiza la limpieza del área de trabajo hasta que se termine con el cambio de tinta. Se comienza antes con la corrida de prueba.

El esquema a continuación muestra las actividades de acuerdo a la preparación para este tipo de producto, según la configuración de la corrida anterior. Figura 4.10.

Caso 3: Cambiar de producto NO troquelado a producto NO troquelado.

Si la corrida anterior no incluye acabado troquelado en el cuerpo de la caja, y la siguiente corrida tampoco; entonces las actividades de preparación del cuerpo troquelador desaparecen.

Desde ese punto de vista el tiempo de preparación de máquina se define por el tiempo para el cambio de tinta, dado que son las actividades que después del cambio de troquel, que consumen más tiempo.

En esta situación trabajan en la preparación de máquina, tres personas, y cada una de ellas en su tarea asignada inicialmente. El responsable del cambio de clisé, una vez que termina con sus actividades tiene tiempo para dedicarle a la limpieza del área de trabajo. Figura 4.11.

Caso 4: Cambiar de producto NO troquelado a producto troquelado.

Si la corrida anterior no contaba con el troquel, y es necesario solo colocar uno para la nueva corrida, la actividad preparación del cuerpo troquelador se reduce a una sola tarea.

Los demás trabajadores realizan sus tareas y el tiempo de espera se reduce tanto en el cambio de medidas como de tintas.

La persona que se encarga del cambio de clisé, realizará la limpieza una vez que termine con su trabajo; lo hará hasta que todas las tareas se hayan cumplido y estén listos para la corrida de prueba. Figura 4.12.

4.4 Medición del tiempo de preparación de máquina.

Una vez que ya se ha definido el método de trabajo, se han establecido responsabilidades del personal, y definido mejoras en general para el área de trabajo, es necesario capacitar al personal que va a llevar a la práctica dichas tareas de preparación.

Este programa se planificó con el fin de asegurar el impacto de la misma en los trabajadores. La tarea de capacitación no es complicada, la instrucción se basará en indicar como organizar sus actividades (actividades que ya saben como hacer), solo que en este caso de forma paralela y coordinada aprovechando al máximo el tiempo de preparación de máquina.

4.4.1 Capacitación de los Operadores

Evaluación de necesidades

Se requiere medir el nuevo método de trabajo y para llevar a cabo la prueba y realizar el estudio de tiempos que me permita tomar esta información, es primordial que los trabajadores se familiaricen con el método y lo lleven a la práctica. Es entonces que el programa de capacitación contiene información acerca del método de trabajo, como se encuentran agrupadas las tareas y cual es el responsable

de dar cumplimiento a cada una de ellas, como se relacionan las actividades, donde encontrar todo lo necesario para desarrollar su tarea y cual será la metodología de trabajo en general.

La capacitación será dirigida a todo el personal que interviene en el proceso de conversión, en el área de imprentas; ellos son los principales participantes del proceso, puesto que son responsables de la corrida de producción y de la preparación de la máquina para la misma.

Diseño del programa de capacitación

A continuación las bases del programa y su estructuración:

Objetivos

- Instruir al personal del área de convertidoras en el nuevo método de preparación de máquina (redistribución de actividades).
- Asignar responsables de tareas de alistamiento.

- Definir áreas de almacenamiento temporal de herramientas, insumos y artículos necesarios para la preparación de máquina.

Política

- El programa de capacitación será dirigido por el jefe del proyecto de estandarización de tiempos de preparación.
- La capacitación al personal estará a cargo del jefe del proyecto.
- Todo el personal de operadores y ayudantes del área de máquinas de conversión está llamado a asistir de forma responsable y obligatoria al curso de capacitación.

Programa

1. Citar a los involucrados en la capacitación.
2. Explicar los objetivos de la capacitación.
3. Exponer de forma gráfica la secuencia de cómo se desarrollará el programa.
4. Instrucción del personal en el nuevo método de trabajo, como organizar sus tareas y donde encontrar sus herramientas e insumos de trabajo.
5. Evaluación de los conocimientos adquiridos.

Capacitación del personal

La capacitación será en sitio, con el fin de proporcionar experiencia práctica en condiciones normales. Se armará equipos de trabajo, acorde como se encuentran los grupos normales por máquina, se organizarán prácticas del método para que los trabajadores se familiaricen. Básicamente es el mismo trabajo, el fondo en sí es una reorganización de ciertas actividades.

Evaluación del programa de capacitación

El nuevo método se pondría a prueba durante 1 mes, haciendo seguimiento hasta que se normalice la preparación. Durante esas semanas el personal se familiarizará con la forma de trabajar sugerida, e irá tomando experticia en el desarrollo del mismo. Los trabajadores mostrarán conformidad y se verán motivados al ver como su trabajo se tornó mucho más organizado y coordinado.

A continuación vamos a desarrollar la parte del estudio de tiempos en base al nuevo método presentado:

4.4.2 Toma de tiempos

Análisis de la operación y descomposición de los mismos en sus elementos.

Al inicio del capítulo, se tomó la información histórica de un estudio donde se definían actividades, estas van a ser consideradas para el nuevo estudio, no ha habido cambios en ese sentido, una vez revisado el método de trabajo.

TABLA 15
ACTIVIDADES DE PREPARACION PARA ESTUDIO Y
ESTANDARIZACION DE TIEMPOS

Proceso: Conversión de láminas		Operación: Preparación de máquina		Observador: Evelyn Machuca
Sección	Operación	No.	Actividad	
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Aflojar pernos de alimentadora	
		2	Subir mesa alimentadora	
		3	Encerar máquina	
		4	Bajar mesa alimentadora	
		5	Graduar la mesa alimentadora	
		6	Graduar rodillos de alimentadora	
		7	Graduar plancha de alimentadora	
		8	Ajustar pernos de alimentadora	
Cuerpo rayador/ eslotador	Calibración de cuerpo rayador/ eslotador	9	Sacar presión de cabezales rayadores	
		10	Aflojar pernos de rayadores	
		11	Graduar rayador	
		12	Ajustar pernos de rayador	
		13	Aflojar pernos de eslotador	
		14	Seleccionar cuchilla	
		15	Colocar cuchilla	
		16	Graduar cuchilla	
		17	Ajustar pernos de eslotador	
		18	Graduar cortadora	
		19	Graduar altura de lámina	
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	20	Separar clisé requerido	
		21	Sacar clisé del tambor	
		22	Colocar clisé en el tambor	
		23	Graduar tambor con clisé montado	
		24	Ajustar clisé al tambor	
		25	Lavar clise desmontado	
	Cambio de tinta	26	Guardar clise desmontado	
		27	Separar tinta requerida	
		28	Sacar sobrante de tinta	
		29	Limpiar canal de tinta	
		30	Colocar tinta	
		31	Abastecer de tinta al sistema	
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	32	Aflojar pernos del troquel	
		33	Desmontar troquel	
		34	Guardar troquel desmontado	
		35	Buscar troquel para montaje	
		36	Montar troquel	
		37	Colocar pernos	
		38	Graduar troquel	
		39	Ajustar pernos del troquel	
		40	Guardar herramientas	
		Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	41
42	Calibrar puente			
43	Regular velocidad			
44	Verificar pegamento			
45	Aflojar pernos del cuadrador			
46	Graduar el cuadrador			
47	Graduar topes			
48	Alinear pisadores			
49	Ajustar pernos del cuadrador			

Selección de operarios.

Los operarios que se seleccionaron en cada sección de la convertidora, estuvieron dentro del trabajador promedio de esta área. Ellos realizaron un trabajo consistente y su ritmo se mantuvo en el intervalo aproximado a lo normal. Esto facilitó la aplicación de un factor de actuación correcto.

Selección de la técnica a utilizar para la toma de tiempos y elaboración de tablas de medición.

Se utilizó la técnica del método continuo, donde se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio y se lee en el punto terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento. La ventaja de este método es que presenta un registro completo de todo el período de observación.

La desventaja es que se requiere de cálculos adicionales para determinar los tiempos individuales de los elementos.

La tabla de medición utilizada para la recolección de información se adjunta en el **apéndice Q**.

Determinación del número de observaciones necesarias.

Se utilizó la tabla elaborada por General Electric (página 53 del capítulo 3 “Marco teórico referencial”) y la información de los datos históricos de preparación de máquina.

TABLA 16
NÚMERO DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPO
(Fuente: Tabla General Electric basada en tiempo del ciclo en minutos)

Proceso: Conversión de		Operación: Preparación de máquina		Observador: Evelyn Machuca		
Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo de ejecución individual (min)	Tiempo de ejecución total (min)	Número de Observaciones
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.49 Min.	3.00 Min.	20 obs.
		2	Aflojar pernos de alimentadora	0.21 Min.		
		3	Subir mesa alimentadora	0.27 Min.		
		4	Encerar máquina	0.18 Min.		
		5	Verificar medida de lámina	0.09 Min.		
		6	Bajar mesa alimentadora	0.27 Min.		
		7	Graduar la mesa alimentadora	0.43 Min.		
		8	Graduar rodillos de alimentadora	0.43 Min.		
		9	Graduar plancha de alimentadora	0.43 Min.		
		10	Ajustar pernos de alimentadora	0.21 Min.		
		Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11		
12	Aflojar pernos de rayadores			0.15 Min.		
13	Graduar rayador			0.30 Min.		
14	Ajustar pernos de rayador			0.09 Min.		
15	Aflojar pernos de eslotador			0.15 Min.		
16	Seleccionar cuchilla			0.22 Min.		
17	Verificar dimensiones de cuchilla			0.07 Min.		
18	Colocar cuchilla			0.89 Min.		
19	Graduar cuchilla			0.30 Min.		
20	Ajustar pernos de eslotador			0.09 Min.		
21	Graduar cortadora			0.30 Min.		
22	Graduar altura de lámina	0.30 Min.				
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	0.10 Min.	7.00 Min.	15 obs.
		24	Separar clisé requerido	0.05 Min.		
		25	Sacar clisé del tambor	1.00 Min.		
		26	Colocar clisé en el tambor	1.10 Min.		
		27	Graduar tambor con clisé montado	2.15 Min.		
		28	Ajustar clisé al tambor	0.60 Min.		
	Cambio de tinta	29	Lavar clisé desmontado	1.32 Min.	13.00 Min.	10 obs.
		30	Guardar clisé desmontado	0.68 Min.		
		31	Buscar tinta	0.12 Min.		
		32	Separar tinta requerida	0.20 Min.		
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	33	Sacar sobrante de tinta	5.68 Min.	28.00 Min.	8 obs.
		34	Limpia canal de tinta	3.00 Min.		
		35	Colocar tinta	2.80 Min.		
		36	Abastecer de tinta al sistema	1.20 Min.		
		37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.23 Min.		
		38	Aflojar pernos del troquel	1.37 Min.		
		39	Desmontar troquel	8.29 Min.		
		40	Guardar troquel desmontado	2.61 Min.		
		41	Buscar troquel para montaje	0.19 Min.		
		42	Montar troquel	8.55 Min.		
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	43	Colocar pernos	1.41 Min.	2.00 Min.	20 obs.
		44	Graduar troquel	2.83 Min.		
		45	Ajustar pernos del troquel	0.98 Min.		
		46	Guardar herramientas	1.54 Min.		
		47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.08 Min.		
		48	Alinear puente doblador	0.24 Min.		
		49	Calibrar puente	0.40 Min.		
		50	Regular velocidad	0.12 Min.		
		51	Verificar pegamento	0.18 Min.		
		52	Aflojar pernos del cuadrador	0.12 Min.		
53	Graduar el cuadrador	0.30 Min.				
54	Graduar topes	0.24 Min.				
55	Alinear pisadores	0.20 Min.				
56	Ajustar pernos del cuadrador	0.12 Min.				

La tabla 16, muestra el número de observaciones con las cuales se recomienda trabajar para la toda de datos. En este caso en particular, se consideró en valor inmediato superior, con el fin de recolectar la mayor cantidad de información.

4.4.3 Cálculo del tiempo estándar

Toma de tiempos y cálculo de tiempo estándar.

Una vez que se tomaron todas los datos, como lo indica la tabla anterior y calculados los valores promedios para cada elemento, tenemos la siguiente tabla resumen (datos tomados en estudio de tiempos **apéndice R**) donde se aprecian los tiempos promedios y se asignan factores por actuación del operario y por tolerancias, dando como resultado el tiempo estándar para cada elemento.

La calificación del operario fue asignada en base a los puntajes establecidos en las tablas del Sistema Westinghouse, que evalúan la actuación de la persona por su destreza/ habilidad, consistencia, condiciones, y esfuerzo/ desempeño. De la misma manera, se valoró las condiciones en las que se cumplen con estas actividades de

preparación y aplicar un margen de tolerancia al tiempo normal por concepto de fatiga, demoras personales, retrasos inevitables y condiciones del ambiente de trabajo (tabla de márgenes y tolerancias de la oficina internacional del trabajo).

TABLA 17
RESULTADO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y APLICACIÓN DE
FACTORES DE NIVELACION

Proceso: Conversión de láminas			Operación: Preparación de máquina		Observador: Evelyn Machuca		
Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo medio observado (min)	Factor calificación (Operario)	Factor (Tolerancia)	Tiempo estándar (min)
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.43 Min.	1.14	1.16	0.57 Min.
		2	Aflojar pernos de alimentadora	0.18 Min.			0.24 Min.
		3	Subir mesa alimentadora	0.23 Min.			0.31 Min.
		4	Encerar máquina	0.15 Min.			0.20 Min.
		5	Verificar medida de lámina	0.07 Min.			0.10 Min.
		6	Bajar mesa alimentadora	0.23 Min.			0.31 Min.
		7	Graduar la mesa alimentadora	0.37 Min.			0.49 Min.
		8	Graduar rodillos de alimentadora	0.37 Min.			0.49 Min.
		9	Graduar plancha de alimentadora	0.37 Min.			0.49 Min.
		10	Ajustar pernos de alimentadora	0.18 Min.			0.24 Min.
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	0.14 Min.	1.08	1.16	0.18 Min.
		12	Aflojar pernos de rayadores	0.14 Min.			0.18 Min.
		13	Graduar rayador	0.29 Min.			0.36 Min.
		14	Ajustar pernos de rayador	0.09 Min.			0.11 Min.
		15	Aflojar pernos de eslotador	0.14 Min.			0.18 Min.
		16	Seleccionar cuchilla	0.21 Min.			0.27 Min.
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	0.07 Min.			0.09 Min.
		18	Colocar cuchilla	0.86 Min.			1.08 Min.
		19	Graduar cuchilla	0.29 Min.			0.36 Min.
		20	Ajustar pernos de eslotador	0.09 Min.			0.11 Min.
		21	Graduar cortadora	0.29 Min.			0.36 Min.
		22	Graduar altura de lámina	0.29 Min.			0.36 Min.
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	0.10 Min.	0.93	1.12	0.10 Min.
		24	Separar clisé requerido	0.05 Min.			0.05 Min.
		25	Sacar clisé del tambor	1.01 Min.			1.05 Min.
		26	Colocar clisé en el tambor	1.11 Min.			1.15 Min.
		27	Graduar tambor con clisé montado	2.17 Min.			2.26 Min.
		28	Ajustar clisé al tambor	0.60 Min.			0.63 Min.
	Cambio de tinta	29	Lavar clisé desmontado	1.33 Min.			1.39 Min.
		30	Guardar clisé desmontado	0.69 Min.			0.71 Min.
		31	Buscar tinta	0.12 Min.			0.15 Min.
		32	Separar tinta requerida	0.19 Min.			0.25 Min.
Cambio de tinta	33	Sacar sobrante de tinta	5.48 Min.	1.14	1.12	7.00 Min.	
	34	Limpiar canal de tinta	2.90 Min.			3.70 Min.	
	35	Colocar tinta	2.70 Min.			3.45 Min.	
	36	Abastecer de tinta al sistema	1.16 Min.			1.48 Min.	
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.22 Min.	0.84	1.15	0.21 Min.
		38	Aflojar pernos del troquel	1.31 Min.			1.26 Min.
		39	Desmontar troquel	7.90 Min.			7.64 Min.
		40	Guardar troquel desmontado	2.49 Min.			2.41 Min.
		41	Buscar troquel para montaje	0.18 Min.			0.18 Min.
		42	Montar troquel	8.15 Min.			7.87 Min.
		43	Colocar pernos	1.35 Min.			1.30 Min.
		44	Graduar troquel	2.70 Min.			2.61 Min.
		45	Ajustar pernos del troquel	0.94 Min.			0.91 Min.
		46	Guardar herramientas	1.47 Min.			1.42 Min.
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.09 Min.	1.14	1.14	0.11 Min.
		48	Alinear puente doblador	0.25 Min.			0.33 Min.
		49	Calibrar puente	0.42 Min.			0.55 Min.
		50	Regular velocidad	0.13 Min.			0.16 Min.
		51	Verificar pegamento	0.19 Min.			0.24 Min.
		52	Aflojar pernos del cuadrador	0.13 Min.			0.16 Min.
		53	Graduar el cuadrador	0.31 Min.			0.41 Min.
		54	Graduar topes	0.25 Min.			0.33 Min.
		55	Alinear pisadores	0.21 Min.			0.28 Min.
		56	Ajustar pernos del cuadrador	0.13 Min.			0.16 Min.

TABLA 18
RESUMEN DE TIEMPOS ESTANDAR DE PREPARACION
ACTIVIDADES DE PREPARACION PARA CONVERTIDORA

OPERACIÓN	TIEMPO ESTANDAR (MIN)	RESPONSABLE
Calibración de mesa alimentadora	3.44 Min.	Operador
Calibración de cuerpo rayador/eslotador	3.63 Min.	Operador
Cambio de clisé	7.35 Min.	Ayudante 1
Cambio de tinta	16.02 Min.	Ayudante 2
Cambio de troquel	25.80 Min.	Ayudante 3 y 4
Calibración de puente de máquina	2.73 Min.	Operador
Tiempo máximo	25.80 Min.	B/N

El tiempo máximo de preparación, va a estar dado por la actividad de cambio de troquel puesto que el ayudante 3 y 4 se toman 25.80 minutos en ejecutar este trabajo, lo que se conoce como cuello de botella (B/N: por sus siglas en inglés “*Bottle Neck*”) o restricción en el tiempo de alistamiento por convertidora.

4.5 Comparación de los resultados obtenidos con la situación inicial.

A continuación se presenta una tabla comparativa, que hace referencia a las actividades y tiempos tomados como base al inicio de nuestro estudio (reporte histórico) y los datos obtenidos de las

actividades que se definieron como parte de la preparación de máquina:

TABLA 19
CUADRO COMPARATIVO DE TIEMPOS POR ACTIVIDAD
ESTUDIO HISTORICO VS. ACTUALIZADO

Proceso: Conversión de		Operación: Preparación de máquina		Observador: Evelyn Machuca		Observaciones
Sección	Operación	No.	Actividad	Tiempo estándar (min)		
				Método Actual (tiempos históricos)	Nuevo Método (nuevos tiempos)	
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.49 Min.	0.00 Min.	Eliminada por mejora en organización de puesto de trabajo
		2	Aflojar pernos de alimentadora	0.21 Min.	0.24 Min.	
		3	Subir mesa alimentadora	0.27 Min.	0.31 Min.	
		4	Encerar máquina	0.18 Min.	0.20 Min.	
		5	Verificar medida de lámina	0.09 Min.	0.00 Min.	
		6	Bajar mesa alimentadora	0.27 Min.	0.31 Min.	
		7	Graduar la mesa alimentadora	0.43 Min.	0.49 Min.	
		8	Graduar rodillos de alimentadora	0.43 Min.	0.49 Min.	
		9	Graduar plancha de alimentadora	0.43 Min.	0.49 Min.	
		10	Ajustar pernos de alimentadora	0.21 Min.	0.24 Min.	
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	0.15 Min.	0.18 Min.	Actividad de preparación externa Eliminada por mejora en organización de puesto de trabajo
		12	Aflojar pernos de rayadores	0.15 Min.	0.18 Min.	
		13	Graduar rayador	0.30 Min.	0.36 Min.	
		14	Ajustar pernos de rayador	0.09 Min.	0.11 Min.	
		15	Aflojar pernos de eslotador	0.15 Min.	0.18 Min.	
		16	Seleccionar cuchilla	0.22 Min.	0.27 Min.	
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	0.07 Min.	0.00 Min.	
		18	Colocar cuchilla	0.89 Min.	1.08 Min.	
		19	Graduar cuchilla	0.30 Min.	0.36 Min.	
		20	Ajustar pernos de eslotador	0.09 Min.	0.11 Min.	
		21	Graduar cortadora	0.30 Min.	0.36 Min.	
		22	Graduar altura de lámina	0.30 Min.	0.36 Min.	
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	0.10 Min.	0.00 Min.	Actividad de preparación externa Eliminada por mejora en organización de puesto de trabajo
		24	Separar clisé requerido	0.05 Min.	0.05 Min.	
		25	Sacar clisé del tambor	1.00 Min.	1.05 Min.	
		26	Colocar clisé en el tambor	1.10 Min.	1.15 Min.	
		27	Graduar tambor con clisé montado	2.15 Min.	2.26 Min.	
		28	Ajustar clisé al tambor	0.60 Min.	0.63 Min.	
	Cambio de tinta	29	Lavar clisé desmontado	1.32 Min.	1.39 Min.	
		30	Guardar clisé desmontado	0.68 Min.	0.71 Min.	
		31	Buscar tinta	0.12 Min.	0.00 Min.	
		32	Separar tinta requerida	0.20 Min.	0.25 Min.	
33	Sacar sobrante de tinta	5.68 Min.	7.00 Min.			
34	Limpiar canal de tinta	3.00 Min.	3.70 Min.			
35	Colocar tinta	2.80 Min.	3.45 Min.			
36	Abastecer de tinta al sistema	1.20 Min.	1.48 Min.			
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.23 Min.	0.00 Min.	Actividad de preparación externa
		38	Aflojar pernos del troquel	1.37 Min.	1.26 Min.	
		39	Desmontar troquel	8.29 Min.	7.64 Min.	
		40	Guardar troquel desmontado	2.61 Min.	2.41 Min.	
		41	Buscar troquel para montaje	0.19 Min.	0.18 Min.	
		42	Montar troquel	8.55 Min.	7.87 Min.	
		43	Colocar pernos	1.41 Min.	1.30 Min.	
		44	Graduar troquel	2.83 Min.	2.61 Min.	
		45	Ajustar pernos del troquel	0.98 Min.	0.91 Min.	
		46	Guardar herramientas	1.54 Min.	1.42 Min.	
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.08 Min.	0.00 Min.	Eliminada por mejora en organización de puesto de trabajo
		48	Alinear puente doblador	0.24 Min.	0.33 Min.	
		49	Calibrar puente	0.40 Min.	0.55 Min.	
		50	Regular velocidad	0.12 Min.	0.16 Min.	
		51	Verificar pegamento	0.18 Min.	0.24 Min.	
		52	Aflojar pernos del cuadrador	0.12 Min.	0.16 Min.	
		53	Graduar el cuadrador	0.30 Min.	0.41 Min.	
		54	Graduar topes	0.24 Min.	0.33 Min.	
		55	Alinear pisadores	0.20 Min.	0.28 Min.	
		56	Ajustar pernos del cuadrador	0.12 Min.	0.16 Min.	

TABLA 20
RESUMEN DE LA REDUCCION DE TIEMPO DE PREPARACION
 (Aplicación de propuestas de mejora)

OPERACIÓN	TIEMPO ESTANDAR inicial (MIN)	TIEMPO ESTANDAR final (MIN)	RESPONSABLE
Calibración de mesa alimentadora	3.44 Min.	2.77 Min.	Operador
Calibración de cuerpo rayador/eslotador	3.63 Min.	3.54 Min.	Operador
Cambio de clisé	7.35 Min.	7.25 Min.	Ayudante 1
Cambio de tinta	16.02 Min.	15.87 Min.	Ayudante 2
<u>Cambio de troquel</u>	<u>25.80 Min.</u>	<u>25.59 Min.</u>	<u>Ayudante 3 y 4</u>
Calibración de puente de máquina	2.73 Min.	2.62 Min.	Operador
Tiempo máximo	25.80 Min.	25.59 Min.	B/N

Con las mejoras propuestas en la revisión del método, se logra reducir el tiempo requerido por cada grupo de actividades, tabla 20.

TABLA 21
RESUMEN DE CUADRO COMPARATIVO
 TIEMPO HISTORICO VS. TIEMPOS ACTUAL ESTANDARIZADO

OPERACIÓN	TIEMPO HISTORICO (MIN)	TIEMPO ACTUAL ESTANDARIZADO (MIN)	DIFERENCIA (MIN)
Calibración de mesa alimentadora	3.00 Min.	2.77 Min.	-0.23 Min.
Calibración de cuerpo rayador/eslotador	3.00 Min.	3.54 Min.	0.54 Min.
Cambio de clisé	7.00 Min.	7.25 Min.	0.25 Min.
Cambio de tinta	13.00 Min.	15.87 Min.	2.87 Min.
<u>Cambio de troquel</u>	<u>28.00 Min.</u>	<u>25.59 Min.</u>	<u>-2.41 Min.</u>
Calibración de puente de máquina	2.00 Min.	2.62 Min.	0.62 Min.
Tiempo máximo	28.00 Min.	25.59 Min.	-

En la tabla 21, se compara el tiempo histórico registrado versus el obtenido luego del estudio de tiempos. Se puede notar como en

algunos casos el tiempo se incrementó, esto se debe a la actualización de la información lo que hace que los tiempos varíen a mayor o menor. El punto relevante de la tabla, es el dato de las actividades de cambio de troquel, aquellas que se logran reducir en 2.41 minutos; siendo esta la restricción inicial y la que mantiene su condición de B/N.

En cuanto a la carga de trabajo, actividades de preparación por persona, fue redistribuida entre los participantes (eliminando a uno de los ayudantes). Esto logró que el índice de participación del personal incremente, como muestra en el cuadro de la figura 6.1:

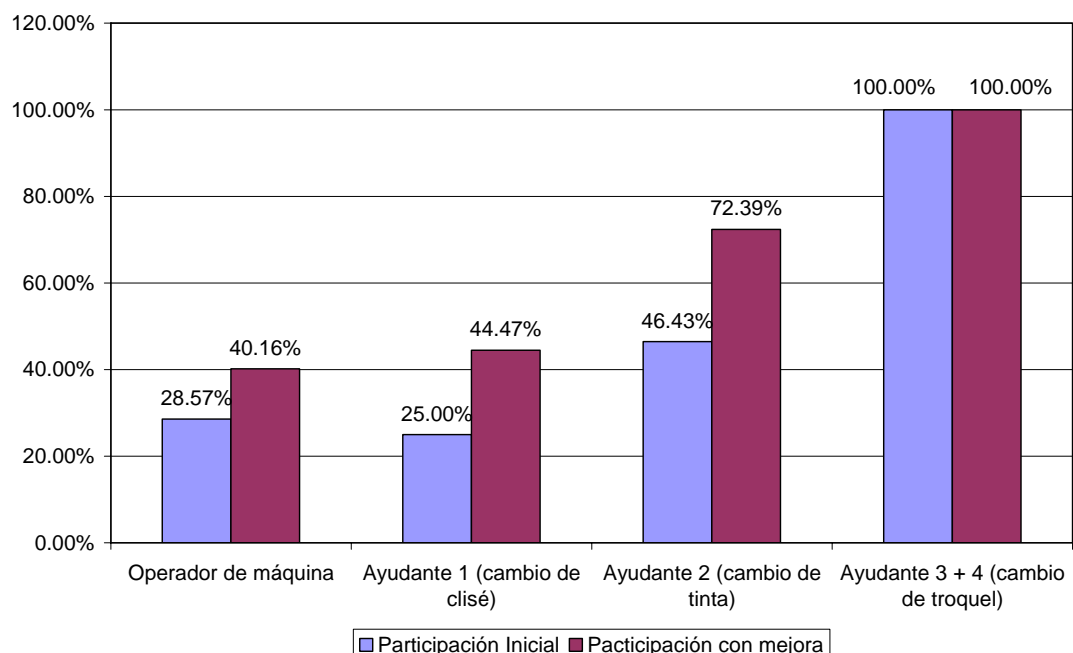


FIGURA 4.13 INCREMENTO EN PARTICIPACION DEL PERSONAL DURANTE PREPARACION DE MAQUINA

Estos incrementos son de 11.59%, 19.47% y 25.97% en la participación del operador de máquina, ayudante 1 y dos, respectivamente.

CAPÍTULO 5

5. PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

Una vez que se ha logrado estandarizar el método de preparación de máquina y se han calculado los tiempos requeridos para el mismo, este capítulo va enfocado a la implementación de mejoras a la planificación.

5.1 Propuesta de mejora.

En primera instancia se van a revisar los parámetros utilizados en el capítulo dos, durante el análisis de la situación actual en el área de las convertidoras: Eficiencia de máquina, cumplimiento del programa de producción y tiempo improductivo.

El primero de los parámetros de comparación fue la eficiencia de máquina:

$$\text{Eficiencia} = P_R (100) / P_T$$

Donde:

P_R (producción real) = piezas reales producidas en tiempo estándar

P_T (producción teórica) = velocidad del equipo por tiempo estándar

Este concepto utilizado es aquel que mide la relación existente entre la producción que se debe obtener y la que se obtuvo realmente; es el concepto antiguo de eficiencia.

La propuesta es utilizar el nuevo concepto de eficiencia, que dice:

$$E_{te} = E_{\text{eficiencia total de equipo}} = F \times J \times L \times 100\%$$

Donde:

F = eficiencia en tiempo disponible

J = eficiencia en producción

L = eficiencia en calidad

A continuación se presenta la figura no. 5.1 donde se muestra como se calcula F (eficiencia **en tiempo disponible**), y las fórmulas respectivas para J y L:

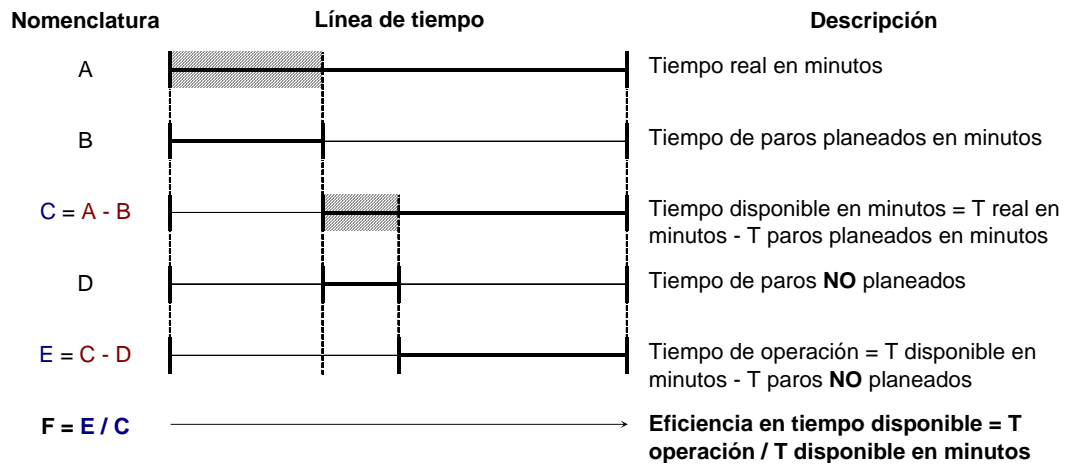


FIGURA 5.1. EFICIENCIA EN TIEMPO DISPONIBLE

La eficiencia **en producción** es igual a:

$$J = G / I$$

Donde:

$$G = \text{Producción real} + K_{(\text{producción rechazada})}$$

$$I_{(\text{producción teórica})} = E_{(\text{tiempo de operación})} \times H_{(\text{velocidad teórica})}$$

La eficiencia **en calidad** es igual a:

$$L = (G - K) / G$$

Donde:

$$G = \text{Producción real} + K_{(\text{producción rechazada})}$$

Para el cálculo de la eficiencia total del equipo, se propone el uso de una hoja en Excel, que le permita al usuario final completar la información requerida (de acuerdo a los indicadores antes mencionados) y obtener los valores respectivos. En la tabla 22, se logra ver como luce esta hoja de cálculo:


**TABLA 22
CÁLCULO DE LA EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO**

Item	Descripción	Unidad	MES				
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
A	Tiempo real	min.	10080	10080	10080	10080	40320
B	Tiempo de paros planeados	min.	3499	3499	3499	3499	13995
C = A - B	Tiempo Disponible	min.	6581	6581	6581	6581	26325
D	Tiempo de paros NO planeados	min.	255	436.25	381.25	167.5	1240
E = C - D	Tiempo de operación	min.	6326	6145	6200	6414	25085
F = E / C	EFICIENCIA EN TIEMPO DISPONIBLE	-	0.96	0.93	0.94	0.97	0.95
G = real + K	Producción total	und.	22,778	21,564	37,356	34,267	115,964
H	Velocidad teórica	und./ min	115	115	115	115	115
I = E x H	Producción teórica	und.	727,517	706,673	712,998	737,579	2,884,767
J = G / I	EFICIENCIA EN PRODUCCION	-	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04
K	Producción rechazada	und.	392	395	393	439	1,618.75
L = (G - K) / G	EFICIENCIA EN CALIDAD	-	0.9828	0.9817	0.9895	0.9872	0.9860
Ete = F x J x L x 100	EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO	-	2.96%	2.80%	4.88%	4.47%	3.78%

PAROS NO PLANEADOS

1	Ajuste de máquina	min.	184	310	290	141	925
2	Falta de materia prima	min.	0	0	8	0	8
3	Sin programa de producción	min.	0	0	0	0	0
4	Atoramiento	min.	0	9	6	0	15
5	Falla en tinta	min.	10	0	8	0	18
6	Laminas defectuosas	min.	11	4	0	8	23
7	Falla en troquel	min.	8	13	9	4	33
8	Falla mecánica	min.	15	38	39	15	106
9	Falla eléctrica	min.	3	0	6	0	9
10	Falla en Clisé	min.	8	0	3	0	10
11	Falta montacargas	min.	0	8	0	0	8
12	Falta de personal	min.	0	0	0	0	0
13	Falta de Presión de aire	min.	0	0	0	0	0
14	Falta de Pallets	min.	0	0	0	0	0
15	Falta de espacio	min.	0	0	0	0	0
16	Otros	min.	18	56	14	0	88
	TOTAL DE PAROS NO PLANEADOS	min.	255	436	381	168	1240

	Cálculo automático (NO modificar)
	Cálculo automático (NO modificar)
	Cálculo automático (NO modificar)
➔	Ingresar valores

La información que se debe introducir en la hoja de cálculo, va en los recuadros sin relleno marcados con  y que corresponde a:

Tiempo real (min.): tiempo que considera la jornada de trabajo programada, turnos de ser el caso.

Tiempo de paros planeados (min.): tiempo durante el cual se ha planeado parar la máquina.

Tiempo de paros NO planeados (min.): se obtiene del reporte diario de producción (para nuestro caso de la convertidora), donde los operadores registran los paros NO planeados y sus causas.

Producción total (und.): es la producción alcanzada, incluyendo la considerada como rechazo.

Velocidad teórica (und. /min.): es la velocidad a la que la máquina puede producir, la capacidad que tiene por unidad de tiempo.

En cuanto a la velocidad de máquina tenemos que se aplica el siguiente cuadro que, en conjunto con las especificaciones técnicas y el trabajo diario del equipo, se ha logrado establecer:

TABLA 23
VELOCIDAD TEORICA POR CONVERTIDORA
 Fuente: doto. de planificación. actualizado al 2006

Item	Convertidora	Código	Velocidad	Unidad
1	No. 1	IS	75	und. /min.
2	No. 2	IW	115	und. /min.
3	No. 3	IM	55	und. /min.
4	No. 4	IS	55	und. /min.

Producción rechazada (und.): es aquella que no se puede vender al cliente, por tener al menos un defecto (no cumple con las especificaciones requeridas).

Con la ayuda de esta herramienta, se podrá obtener indicadores comparables, que utilicen la mayor información relacionada con la corrida de producción y el tiempo empleado para la misma; y analizar posteriormente el cumplimiento de la meta definida por el departamento.

Otro de los puntos de comparación, es el relacionado con el cumplimiento del programa de producción. Este muestra el resultado (en la práctica) de lo planificado, es decir producción real sobre planificada; uno de nuestros objetivos iniciales fue enfocado hacia lograr el incremento del valor de este factor, por lo que se

hizo un estudio inicial del método de trabajo para la preparación de máquina y se determinaron tiempos estándares.

Esto nos permite tener un tiempo actualizado de la ejecución de las actividades de alistamiento de máquina, que son parte fundamental para conocer el tiempo que demanda una corrida de producción; y en conjunto con las velocidades teóricas, planificar de mejor manera la producción y que los resultados se acerquen al máximo a la realidad; la cual es medida en gran manera por la capacidad de la convertidora de producir y del tiempo que se necesita para calibrar el equipo al inicio de cada corrida de producción.

Más adelante se verá como se aplica esta propuesta en el proceso de planificación.

Finalmente tenemos, el tiempo improductivo medido principalmente por los ajustes de máquina, la falta de materia prima y por no contar con el programa de producción.

La estación de trabajo en planta, debe recibir el denominado “programa de producción” que cuenta de los siguientes

documentos: Hoja de fabricación, orden de producción, tarjeta de impresión, y hoja ruta.

La para por falta de programa de producción, en la mayoría de los casos es a causa del desorden. La mesa de trabajo con la que cuentan los operadores, se desorganiza con gran facilidad por lo que deben tener en ella las herramientas, algunos elementos para el cambio en la preparación de máquina y demás documentación.

Cuando se cumple con la entrega de los programas de planificación, los operadores los confunden y esto provoca retrasos, lo que se refleja en tiempos muertos de máquina, tiempos improductivos.

Otra de las causas, es el incumplimiento de uno de los puntos establecidos en el proceso de planificación: Imprimir programas de producción, firmarlos y distribuir en los centros de trabajo.

Para contrarrestar la primera causa y evitar la que la estación de trabajo se quede sin programa de producción, se van a ubicar pizarras informativas en cada una de estas estaciones con el fin de publicar los programas de producción rigurosamente, que estén a

cargo del operador de máquina y permita que todos estén informados de lo planificado, sea de fácil acceso y esté disponible al 100% del tiempo.

Con respecto a la segunda causa, se sugiere establecer como política del departamento de planificación que:

Todo programa de producción debe ser publicado y debe estar disponible para todos y cada uno de los operadores de máquina, así como para sus ayudantes; al menos con una hora de anticipación con la finalidad de informar a la gente de sus tareas con anticipación.

La falta de materia prima, se encuentra en segundo lugar dentro de las principales causas de tiempos muertos de máquina.

Una correcta planificación incluye prever la disponibilidad de las herramientas, piezas de recambio, y de los insumos necesarios para la preparación y corrida de la máquina; para este caso uno de los materiales principales utilizados para lograr la producción planificada son las láminas de cartón corrugado, que ingresan a la

convertidora y son trabajadas para obtener el producto final demandado.

La tarjeta de impresión, entregada como parte del programa de producción, contiene las especificaciones de la lámina de cartón corrugada necesaria para cada corrida de producción; sin embargo al momento de hacer el requerimiento de láminas, no se las ubica eficientemente.

La propuesta es de hacer el levantamiento de un “Layout” de la planta y zonificar sectores para el almacenamiento de láminas, que permita a la persona encargada de conseguir láminas para la corrida de la convertidora logre ubicarlas sin inconveniente y reducir de esta manera el tiempo improductivo de la máquina, por la espera de material para trabajar.

En la figura no. 5.2, que hace referencia a las zonas de almacenamiento), se muestra claramente los lugares en los que se ubicarán las láminas y así facilitar su acceso.

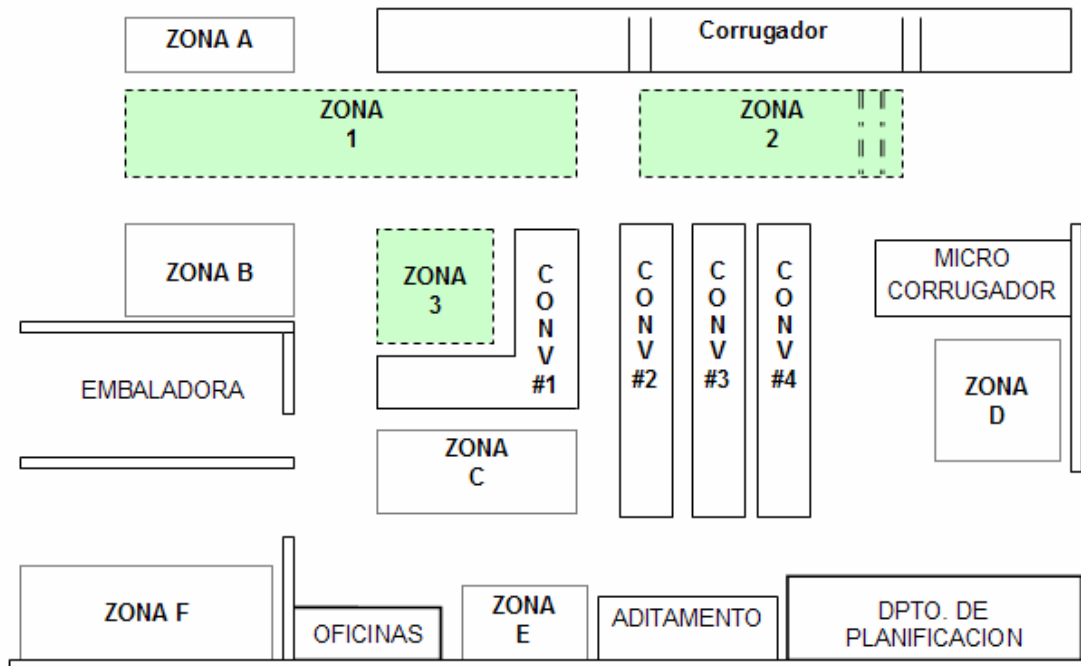


FIGURA 5.2. ZONAS DESTINADAS PARA ALMACENAMIENTO DE LAMINAS

Las zonas alfabéticas (A – F) van a estar disponibles para el almacenamiento de producto terminado y las zonas numéricas (1 - 3) van a ir destinadas al almacenaje de láminas para convertidoras, que son las que interesan.

Para suministrar de manera rápida el pedido de láminas para convertir, estas zonas han sido provistas de bandas con rodillera, que son alimentadas por un carro que se desplaza en un solo sentido y accede a las bandas lateralmente.

La zona 1 tiene 10 líneas, la zona 2 cuenta con 8 líneas y la zona 3 tiene 4 líneas. Cada una de estas líneas debe ser identificada dentro de la zona correspondiente; es así que se arman códigos (coordenadas) que indican la ubicación específica de un pallet cargado con láminas, las cuales se van a requerir en su momento en el área de convertidoras. A continuación la tabla ubicaciones:

TABLA 24
CODIFICACION DE ZONAS PARA ALMACENAMIENTO DE LÁMINAS

ITEM	ZONA	LINEA	UBICACIÓN
1	Zona 1	001	Z1 - 001
2	Zona 1	002	Z1 - 002
3	Zona 1	003	Z1 - 003
4	Zona 1	004	Z1 - 004
5	Zona 1	005	Z1 - 005
6	Zona 1	006	Z1 - 006
7	Zona 1	007	Z1 - 007
8	Zona 1	008	Z1 - 008
9	Zona 1	009	Z1 - 009
10	Zona 1	010	Z1 - 010
11	Zona 2	001	Z2 - 001
12	Zona 2	002	Z2 - 002
13	Zona 2	003	Z2 - 003
14	Zona 2	004	Z2 - 004
15	Zona 2	005	Z2 - 005
16	Zona 2	006	Z2 - 006
17	Zona 2	007	Z2 - 007
18	Zona 2	008	Z2 - 008
19	Zona 3	001	Z3 - 001
20	Zona 3	002	Z3 - 002
21	Zona 3	003	Z3 - 003
22	Zona 3	004	Z3 - 004

Una vez definido la codificación para cada línea por zona, se creará un formato denominado “Registro de producto en proceso por zonas”, con el fin de que sirva como medio de búsqueda al

momento que el área de convertidoras haga su requerimiento. Este formato se aprecia en la figura no. 5.3.:

REGISTRO DE PRODUCTO EN PROCESO POR ZONA										
Fecha: _____		Turno: _____						1/1		
Operador: _____		Supervisor: _____								
Dato	Fila Z3 - 001		Fila Z3 - 002		Fila Z3 - 003		Fila Z3 - 004			
	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Elaborado por: _____	Revisado por: _____	Aprobado por: _____
----------------------	---------------------	---------------------

FIGURA 5.3. REGISTRO DE PRODUCTO EN PROCESO POR ZONA

Este es para la zona 3, los demás formatos se encuentran en el **apéndice S**. Con esto subsanamos el tema de la falta de materia prima, puesto que se facilita la localización de las láminas y se reduce el tiempo de para por esta causa.

El primer lugar, de las causas de tiempos improductivos, corresponde a los ajustes de máquina.

Los ajustes se reducen con las calibraciones definidas en el método de preparación de máquina. La posibilidad de grandes variaciones entre la calibración de uno de los cuerpos y otro, se reduce con la designación de un solo responsable de estas actividades. El tiempo estándar de ejecución, incluye factores tales como actuación de personal y de tolerancia, que involucran varios criterios tales como: actitud del operador, del medio ambiente y del trabajo propiamente dicho.

Una vez revisados los parámetros anteriores, se va a proceder con el chequeo del proceso de planificación con el objetivo de detectar puntos a mejorar.

El procedimiento de planificación se encuentra plenamente detallado en el apéndice E y su respectivo diagrama de flujo en la figura 2.9. La programación de la producción procura buscar el uso eficiente de los recursos, mediante la reducción del desperdicio de materiales y tiempo de preparación de máquina. Para elaborar la programación se consideran los siguientes parámetros:

Según fecha de entrega: 2 días pedidos Costa, 3 días pedidos sierra.

Cajas con procesos adicionales se programan con 1 día de anticipación.

Unificar corridas por método de preparación de máquina.

Corridas con tinta del más ligero al más fuerte.

Según tamaño de la caja para reducir tiempo de calibración del puente.

Según tamaño de flauta para reducir tiempo de calibración de rodillos.

Según capacidades de imprentas: largo, ancho, colores, troquelado).

El parámetro que indica unificar corridas por método de preparación de máquina, es en el que se va a trabajar. Como se menciona al inicio del presente trabajo, los tiempos de preparación de máquina que se utilizan al momento para establecer tiempos de producción fueron definidos en su debido momento, ahora ya no son tan efectivos.

En el capítulo anterior se determinó el tiempo estándar del método de alistamiento mejorado, ahora se va a proponer el uso de este nuevo método con sus respectivos tiempos de ejecución y con la ayuda de las siguientes tablas el departamento de planificación va

a lograr determinar con facilidad cual va a ser el tiempo de preparación requerido para una determinada corrida de producción y tomará información actualizada para tal planificación.

TABLA 25
TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA – CASO 1
Cambio de troquelado a troquelado

Responsable	Operación	Actividad	Te (unitario)	Te (total1)	Te (total2)	Te (total3)
Ayudante 1	-	Seleccionar cuchilla	0.27 Min.	0.75 Min.	0.75 Min.	0.75 Min.
		Separar clisé requerido	0.05 Min.			
		Separar tinta requerida	0.25 Min.			
		Buscar troquel para montaje	0.18 Min.			
Operador de máquina	Calibración de mesa alimentadora	Aflojar pernos de mesa	0.24 Min.	2.77 Min.	8.67 Min.	21.59 Min.
		Subir mesa	0.31 Min.			
		Encerar máquina	0.20 Min.			
		Bajar mesa	0.31 Min.			
		Graduar mesa	0.49 Min.			
		Graduar rodillos	0.49 Min.			
		Graduar plancha de mesa	0.49 Min.			
		Ajustar pernos de mesa	0.24 Min.			
		Calibración de cuerpo rayador/ eslotador	Sacar presión de cabezales rayadores			
	Aflojar pernos de rayadores		0.18 Min.			
	Graduar rayador		0.36 Min.			
	Ajustar pernos de rayador		0.11 Min.			
	Aflojar pernos de eslotador		0.18 Min.			
	Colocar cuchilla		1.08 Min.			
	Graduar cuchilla		0.36 Min.			
	Ajustar pernos de eslotador		0.11 Min.			
	Graduar cortadora		0.36 Min.			
	Calibración de puente de máquina	Graduar altura de lámina	0.36 Min.	2.62 Min.		
		Alinear puente doblador	0.33 Min.			
		Calibrar puente	0.55 Min.			
		Regular velocidad	0.16 Min.			
Verificar pegamento		0.24 Min.				
Aflojar pernos del cuadrador		0.16 Min.				
Graduar el cuadrador		0.41 Min.				
Graduar topes	0.33 Min.					
Ayudante 1	Cambio de clisé	Alinear pisadores	0.28 Min.	9.60 Min.	9.60 Min.	
		Ajustar pernos del cuadrador	0.16 Min.			
		Sacar clisé del tambor	1.05 Min.			
		Colocar clisé en el tambor	1.15 Min.			
		Graduar tambor con clisé montado	2.26 Min.			
		Ajustar clisé al tambor	0.63 Min.			
		Lavar clisé desmontado	1.39 Min.			
Guardar clisé desmontado	0.71 Min.					
Ayudante 2	Cambio de tinta	Guardar troquel desmontado	2.41 Min.	15.63 Min.	15.63 Min.	
		Sacar sobrante de tinta	7.00 Min.			
		Limpiar canal de tinta	3.70 Min.			
		Colocar tinta	3.45 Min.			
Ayudante 3 y 4	Cambio de troquel	Abastecer de tinta al sistema	1.48 Min.	21.59 Min.	21.59 Min.	
		Aflojar pernos del troquel	1.26 Min.			
		Desmontar troquel	7.64 Min.			
		Montar troquel	7.87 Min.			
		Colocar pernos	1.30 Min.			
		Graduar troquel	2.61 Min.			
		Ajustar pernos del troquel	0.91 Min.			

PREVIO A PREPARACION

TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA

TABLA 26
TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA – CASO 2
Cambio de troquelado a no troquelado

Responsable	Operación	Actividad	Te (unitario)	Te (total1)	Te (total2)	Te (total3)
Ayudante 1	-	Seleccionar cuchilla	0.27 Min.	0.57 Min.	0.57 Min.	0.57 Min.
		Separar clisé requerido	0.05 Min.			
		Separar tinta requerida	0.25 Min.			
		Buscar troquel para montaje	0.00 Min.			
Operador de máquina	Calibración de mesa alimentadora	Aflojar pernos de mesa	0.24 Min.	2.77 Min.	8.67 Min.	15.63 Min.
		Subir mesa	0.31 Min.			
		Encerar máquina	0.20 Min.			
		Bajar mesa	0.31 Min.			
		Graduar mesa	0.49 Min.			
		Graduar rodillos	0.49 Min.			
		Graduar plancha de mesa	0.49 Min.			
		Ajustar pernos de mesa	0.24 Min.			
	Calibración de cuerpo rayador/ eslotador	Sacar presión de cabezales rayadores	0.18 Min.	3.28 Min.		
		Aflojar pernos de rayadores	0.18 Min.			
		Graduar rayador	0.36 Min.			
		Ajustar pernos de rayador	0.11 Min.			
		Aflojar pernos de eslotador	0.18 Min.			
		Colocar cuchilla	1.08 Min.			
		Graduar cuchilla	0.36 Min.			
		Ajustar pernos de eslotador	0.11 Min.			
	Calibración de puente de máquina	Graduar cortadora	0.36 Min.	2.62 Min.		
		Graduar altura de lámina	0.36 Min.			
		Alinear puente doblador	0.33 Min.			
		Calibrar puente	0.55 Min.			
		Regular velocidad	0.16 Min.			
		Verificar pegamento	0.24 Min.			
		Aflojar pernos del cuadrador	0.16 Min.			
Graduar el cuadrador		0.41 Min.				
Ayudante 1	Cambio de clisé	Graduar topes	0.33 Min.	9.60 Min.	9.60 Min.	
		Alinear pisadores	0.28 Min.			
		Ajustar pernos del cuadrador	0.16 Min.			
		Sacar clisé del tambor	1.05 Min.			
		Colocar clisé en el tambor	1.15 Min.			
		Graduar tambor con clisé montado	2.26 Min.			
		Ajustar clisé al tambor	0.63 Min.			
Ayudante 2	Cambio de tinta	Lavar clisé desmontado	1.39 Min.	15.63 Min.	15.63 Min.	
		Guardar clisé desmontado	0.71 Min.			
		Guardar troquel desmontado	2.41 Min.			
		Sacar sobrante de tinta	7.00 Min.			
Ayudante 3 y 4	Cambio de troquel	Limpiar canal de tinta	3.70 Min.	8.90 Min.	8.90 Min.	
		Colocar tinta	3.45 Min.			
		Abastecer de tinta al sistema	1.48 Min.			
		Aflojar pernos del troquel	1.26 Min.			
		Desmontar troquel	7.64 Min.			
		Montar troquel	0.00 Min.			
		Colocar pernos	0.00 Min.			
		Graduar troquel	0.00 Min.			
Ajustar pernos del troquel	0.00 Min.					

PREVIO A PREPARACION

TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA

TABLA 27
TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA – CASO 3
Cambio de no troquelado a no troquelado

Responsable	Operación	Actividad	Te (unitario)	Te (total1)	Te (total2)	Te (total3)
Ayudante 1	-	Seleccionar cuchilla	0.27 Min.	0.57 Min.	0.57 Min.	0.57 Min.
		Separar clisé requerido	0.05 Min.			
		Separar tinta requerida	0.25 Min.			
		Buscar troquel para montaje	0.00 Min.			
Operador de máquina	Calibración de mesa alimentadora	Aflojar pernos de mesa	0.24 Min.	2.77 Min.	8.67 Min.	15.63 Min.
		Subir mesa	0.31 Min.			
		Encerar máquina	0.20 Min.			
		Bajar mesa	0.31 Min.			
		Graduar mesa	0.49 Min.			
		Graduar rodillos	0.49 Min.			
		Graduar plancha de mesa	0.49 Min.			
		Ajustar pernos de mesa	0.24 Min.			
		Calibración de cuerpo rayador/eslotador	Sacar presión de cabezales rayadores			
	Aflojar pernos de rayadores		0.18 Min.			
	Graduar rayador		0.36 Min.			
	Ajustar pernos de rayador		0.11 Min.			
	Aflojar pernos de eslotador		0.18 Min.			
	Colocar cuchilla		1.08 Min.			
	Graduar cuchilla		0.36 Min.			
	Ajustar pernos de eslotador		0.11 Min.			
	Graduar cortadora		0.36 Min.			
	Calibración de puente de máquina	Graduar altura de lámina	0.36 Min.	2.62 Min.		
		Alinear puente doblador	0.33 Min.			
		Calibrar puente	0.55 Min.			
		Regular velocidad	0.16 Min.			
Verificar pegamento		0.24 Min.				
Aflojar pernos del cuadrador		0.16 Min.				
Graduar el cuadrador		0.41 Min.				
Ayudante 1	Cambio de clisé	Graduar topes	0.33 Min.	7.19 Min.		
		Alinear pisadores	0.28 Min.			
		Ajustar pernos del cuadrador	0.16 Min.			
		Sacar clisé del tambor	1.05 Min.			
		Colocar clisé en el tambor	1.15 Min.			
		Graduar tambor con clisé montado	2.26 Min.			
Ayudante 2	Cambio de tinta	Ajustar clisé al tambor	0.63 Min.	15.63 Min.		
		Lavar clisé desmontado	1.39 Min.			
		Guardar clisé desmontado	0.71 Min.			
		Guardar troquel desmontado	0.00 Min.			
Ayudante 3 y 4	Cambio de troquel	Sacar sobrante de tinta	7.00 Min.	0.00 Min.		
		Limpiar canal de tinta	3.70 Min.			
		Colocar tinta	3.45 Min.			
		Abastecer de tinta al sistema	1.48 Min.			
		Aflojar pernos del troquel	0.00 Min.			
		Desmontar troquel	0.00 Min.			
		Montar troquel	0.00 Min.			
		Colocar pernos	0.00 Min.			
Graduar troquel	0.00 Min.					
Ajustar pernos del troquel	0.00 Min.					

PREVIO A PREPARACION

TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA

TABLA 28
TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA – CASO 4
Cambio de no troquelado a troquelado

Responsable	Operación	Actividad	Te (unitario)	Te (total1)	Te (total2)	Te (total3)
Ayudante 1	-	Seleccionar cuchilla	0.27 Min.	0.75 Min.	0.75 Min.	<u>0.75 Min.</u>
		Separar clisé requerido	0.05 Min.			
		Separar tinta requerida	0.25 Min.			
		Buscar troquel para montaje	0.18 Min.			
Operador de máquina	Calibración de mesa alimentadora	Aflojar pernos de mesa	0.24 Min.	2.77 Min.	8.67 Min.	<u>15.63 Min.</u>
		Subir mesa	0.31 Min.			
		Encerar máquina	0.20 Min.			
		Bajar mesa	0.31 Min.			
		Graduar mesa	0.49 Min.			
		Graduar rodillos	0.49 Min.			
		Graduar plancha de mesa	0.49 Min.			
		Ajustar pernos de mesa	0.24 Min.			
		Sacar presión de cabezales rayadores	0.18 Min.			
	Calibración de cuerpo rayador/ eslotador	Aflojar pernos de rayadores	0.18 Min.	3.28 Min.		
		Graduar rayador	0.36 Min.			
		Ajustar pernos de rayador	0.11 Min.			
		Aflojar pernos de eslotador	0.18 Min.			
		Colocar cuchilla	1.08 Min.			
		Graduar cuchilla	0.36 Min.			
		Ajustar pernos de eslotador	0.11 Min.			
		Graduar cortadora	0.36 Min.			
		Graduar altura de lámina	0.36 Min.			
	Calibración de puente de máquina	Alinear puente doblador	0.33 Min.	2.62 Min.		
		Calibrar puente	0.55 Min.			
		Regular velocidad	0.16 Min.			
		Verificar pegamento	0.24 Min.			
		Aflojar pernos del cuadrador	0.16 Min.			
Graduar el cuadrador		0.41 Min.				
Graduar topes		0.33 Min.				
Alinear pisadores	0.28 Min.					
Ayudante 1	Cambio de clisé	Ajustar pernos del cuadrador	0.16 Min.	7.19 Min.	7.19 Min.	
		Sacar clisé del tambor	1.05 Min.			
		Colocar clisé en el tambor	1.15 Min.			
		Graduar tambor con clisé montado	2.26 Min.			
		Ajustar clisé al tambor	0.63 Min.			
		Lavar clisé desmontado	1.39 Min.			
		Guardar clisé desmontado	0.71 Min.			
Guardar troquel desmontado	0.00 Min.					
Ayudante 2	Cambio de tinta	Sacar sobrante de tinta	7.00 Min.	15.63 Min.	15.63 Min.	
		Limpiar canal de tinta	3.70 Min.			
		Colocar tinta	3.45 Min.			
		Abastecer de tinta al sistema	1.48 Min.			
Ayudante 3 y 4	Cambio de troquel	Aflojar pernos del troquel	0.00 Min.	12.69 Min.	12.69 Min.	
		Desmontar troquel	0.00 Min.			
		Montar troquel	7.87 Min.			
		Colocar pernos	1.30 Min.			
		Graduar troquel	2.61 Min.			
		Ajustar pernos del troquel	0.91 Min.			

PREVIO A PREPARACION

TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA

TABLA 29
RESUMEN DE TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA

Tipo de producto (troquelado)		Tiempo de preparación de máquina	Cuello de botella
Corrida anterior	Nueva corrida	(min.)	
SI	SI	21.59 min.	Cambio de troquel
SI	NO	15.63 min.	Cambio de tinta
NO	NO	15.63 min.	Cambio de tinta
NO	SI	15.63 min.	Cambio de tinta

Una vez diferenciado cual es el tipo de cambio que se va a realizar, y cual fue el que se acaba de finalizar, el establecer cual será el tiempo de alistamiento para esa máquina se volverá sencillo, con solo ubicar el dato en la tabla anterior, tabla 29.

Con esto, no solo se han actualizado los tiempos de preparación y se ha establecido un método de trabajo que redujo estos tiempos; con esto se ha logrado estandarizar la preparación de tal manera que solo tenemos dos tiempos 15.63 min. y 21.59 min.

Luego, el cálculo requerido es el del tiempo necesario para cumplir con una corrida específica, medida por el número de cajas que se solicitaron en un pedido determinado. Para esto, se va a utilizar la tabla 19 que ya fue presentada y la cual muestra la velocidad a la que una máquina convertidora puede trabajar. A continuación, se va a reunir todo este análisis y presentar una simulación:

5.2 Simulación de resultados.

En este punto desea mostrar como, con la ayuda de los datos establecidos en las tablas de tiempos de preparación y de las velocidades de producción de máquina, se obtiene el tiempo de alistamiento requerido y de producción de acuerdo al ingreso de la siguiente información:

- Convertidora
- Tipo de cambio
- Tamaño de pedido

El siguiente cuadro tiene la capacidad de calcular el tiempo de producción, incluyendo el tiempo de preparación, de forma tal que planificación cuente con tiempos reales y actualizados para realizar el programa.

Como se ve en la figura 5.4., el primer parámetro nos permite seleccionar del listado debajo, una de las cuatro convertidoras en las que se desea programar la corrida de producción. Al elegir una máquina, automáticamente la información de la velocidad aparece en el recuadro junto, en unidades por minuto. Este valor es tomado de la base de datos de las velocidades de máquina.

*CONVERTIDORA (seleccionar una de la lista)

CONVERTIDORA 1
 CONVERTIDORA 1
 CONVERTIDORA 2
 CONVERTIDORA 3
 CONVERTIDORA 4

DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO
 DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO
 DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO
 DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO

*TAMAÑO DE PEDIDO (ingrese la cantidad de cajas)

0 Und. (cajas)

VELOCIDAD
 75.00 Und./min.

TIEMPO DE PREPARACION
 15.63 Min.

TIEMPO DE PRODUCCION
 15.63 Min.
 0.26 Hrs.

INCLUYE TIEMPO DE PREPARACION

* Campo obligatorio

**FIGURA 5.4. VENTANA DE SIMULACION
(Parámetro Convertidora)**

El siguiente parámetro es tipo de cambio, la figura 5.5 muestra como se ven las opciones, que hacen referencia a los cuatro casos antes definidos, dependiendo de cómo se recibe la convertidora y de cómo es necesario dejarla lista, en base a si lleva a no troquelado la caja (para ambos casos).

Una vez escogida una de las opciones, la información acerca del tiempo de preparación necesario para ese tipo de cambio aparece en el recuadro junto, este dato está relacionado al estudio del método y del cálculo de tiempo estándar para el alistamiento de convertidoras, es el valor tomado del cuadro final de resumen.

<p>*CONVERTIDORA (seleccionar una de la lista)</p> <p>CONVERTIDORA 1 <input type="button" value="v"/></p> <p>*TIPO DE CAMBIO (seleccionar una opción)</p> <p><input checked="" type="radio"/> DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO</p> <p>*TAMAÑO DE PEDIDO (ingrese la cantidad de cajas)</p> <p>0 Und. (cajas)</p>	<p>VELOCIDAD</p> <p>75.00 Und./ min.</p> <p>TIEMPO DE PREPARACION</p> <p>21.59 Min.</p> <p>TIEMPO DE PRODUCCION</p> <p>21.59 Min.</p> <p>0.36 Hrs.</p>
---	---

INCLUYE TIEMPO DE PREPARACION

* Campo obligatorio

**FIGURA 5.5. VENTANA DE SIMULACION
(Parámetro tipo de cambio)**

Finalmente, tenemos que ingresar el tamaño del pedido, medido sobre la base de la cantidad de cajas solicitadas, en unidades. Este tamaño debe ser de un solo pedido, de un tipo de caja y de las mismas características.

Si dividimos este valor de cajas solicitadas para la velocidad por máquina y le sumamos el tiempo de preparación, tendremos el tiempo de producción necesario (este valor se muestra en minutos y horas).

<p>*CONVERTIDORA (seleccionar una de la lista)</p> <p>CONVERTIDORA 1</p>	<p>VELOCIDAD</p> <p>75.00 Und./ min.</p>
<p>*TIPO DE CAMBIO (seleccionar una opción)</p> <p><input checked="" type="radio"/> DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO no TROQUELADO</p> <p><input type="radio"/> DE PRODUCTO no TROQUELADO A PRODUCTO TROQUELADO</p>	<p>TIEMPO DE PREPARACION</p> <p>21.59 Min.</p>
<p>*TAMAÑO DE PEDIDO (ingrese la cantidad de cajas)</p> <p>20,000 Und. (cajas)</p>	<p>TIEMPO DE PRODUCCION</p> <p>288.26 Min.</p> <p>4.80 Hrs.</p>

INCLUYE TIEMPO DE PREPARACION

* Campo obligatorio

**FIGURA 5.6. VENTANA DE SIMULACION
(Parámetro tamaño de pedido)**

Esta hoja programada, será de gran utilidad a la hora de programar la planificación de la producción, puesto que se logra determinar el tiempo necesario para cumplir con un pedido, desde que se inicia con la preparación de máquina hasta que se obtiene la cantidad de caja del pedido.

5.3 Análisis costo beneficio.

En todo proyecto en el cual se propongan alternativas de mejora, de deben evaluar estas mejoras. Para este trabajo, previo a la implementación de dichas propuestas, es básico que se verifique si

es factible económicamente, si la ganancia justifica la inversión, eso se denomina análisis costo vs. Beneficio.

Para realizar un análisis de este tipo es necesario considerar los ahorros que se estima generar con la implementación de las propuesta versus los costos en los que se incurrirá para cumplir con nuestros objetivos.

En primera instancia definiremos nuestra ganancia, medida en gran manera por el ahorro obtenido. Entre los principales beneficios conseguidos tenemos: reducción en los tiempos de preparación, reducción de horas hombre empleadas por pedido y la reducción del tiempo improductivo a causa de las paras no planeadas (por falta de programa de producción, falta de materia prima, y por ajustes de máquina).

Una reducción en el tiempo de preparación de máquina impacta en la productividad de la estación de trabajo incrementando este indicador, dado que se aprovecha en mayor medida la capacidad de los recursos empleados (mano de obra y máquina). Si lo vemos desde el punto de vista en el cual se produce igual con menos

recursos o si se produce más con los mismos recursos, para ambos casos los beneficios son cuantificables.

Esta disminución en el tiempo de preparación, se relaciona directamente con nuestro segundo punto, horas hombre empleadas por pedido. Al reducir este indicador, horas hombre, seguramente se necesitarán menos horas para cumplir con los objetivos de producción y finalmente el uso de menos horas extras de ser el caso.

A continuación, haremos la comparación en cuanto al ahorro del tiempo de preparación:

El tiempo de preparación inicial empleado, según datos históricos es de 28 min. para el caso no. 1 en el cual se cumplen con el mayor número de actividades por ser el cambio de corrida que inicialmente estaba calibrado para un producto troquelado y la nueva corrida es de similares características, es así que:

T_{po} (Tiempo de preparación inicial) = 28.00 min. /cambio

#cambios (cambios al día estimado) = al menos 3 cambios /día

T_{tp} (Tiempo de trabajo programado promedio) = 6 días /sem.

Entonces:

Tiempo de preparación total = $(T_{po}) (\#_{\text{cambios}}) (T_{tp})$

Tiempo de preparación total = (28) (3) (6)

Tiempo de preparación total = 504 min. /sem.

El tiempo de preparación estimado por semana es de 504 min., si se consideran que al año se programan 52 semanas de trabajo, tendríamos que:

Tiempo de preparación total = (504) (52)

Tiempo de preparación total = 26,208 min/año = 436.80 hrs/año

El tiempo anual dedicado a preparación de máquinas convertidoras es en la actualidad de 436.80 hrs/año. Si bajo las mismas condiciones en cuanto a número de cambios estimados y horas de trabajo programadas, lo comparamos con el dato actualizado de alistamiento, se obtendría que:

Si en la actualidad se destina un tiempo de preparación anual de 436.80 horas, a razón de 28 minutos por cambio, al tener una reducción en el tiempo de preparación hasta llegar a 21.59

minutos, el tiempo de preparación anual se reducirá a 336.80 horas, lo que se traduce en una reducción del **23.00%** (100.46 horas menos).

Nuevo tiempo de preparación anual = $(21.59 * 436.80) / (28)$

Nuevo tiempo de preparación anual = 336.80 hrs/año

Cada convertidora cuenta con un operador y 5 ayudantes, ellos tienen un turno de 12 horas a la semana y los sábados el turno es de 10 horas, esto representa 20 horas extras a la semana (**80 hrs. al mes**) y 10 horas de fin de semana (**40 hrs. al mes**).

Las horas extras entre semana se cancelan con un 50% de recargo y las de fin de semana llevan el 100% adicional, calculado sobre la tasa hora, que en este caso es de \$0.91 /hora de operario y \$0.68 /hora por ayudante.

Entonces tenemos:

Pago horas extras _(operador) = $(80 \times 0.91 \times 1.5) + (40 \times 0.91 \times 2.0)$

Pago horas extras _(operador) = $\$109.20 + \$72.80 = \$182.00$ /mes.

Pago horas extras _(operador) = \$2,184.00 /año

$$\text{Pago horas extras}_{(\text{ayudante})} = (80 \times 0.68 \times 1.5) + (40 \times 0.68 \times 2.0)$$

$$\text{Pago horas extras}_{(\text{ayudante})} = \$81.60 + \$54.40 = \$136.00 / \text{mes.}$$

$$\text{Pago horas extras}_{(\text{ayudante})} = (\$1,632) (5 \text{ ayudantes})$$

$$\text{Pago horas extras}_{(\text{ayudante})} = \mathbf{\$8,160 / \text{año}}$$

Los costos totales por horas extras ascienden a **\$10,344.00** al año, y equivale a 1,440 horas anuales (120 hrs. /mes * 12 meses). Si con la disminución en el tiempo de preparación nos ahorramos 100.46 horas, esto significarían **\$721.64** al año por el lado de las horas de mano de obra.

Ahora, recordemos que se ha reubicado al ayudante no. 5 y ya no forma parte de la estación, por lo que el ahorro de esa persona representaría:

$$\text{Ahorro horas normales} = (160) (0.68) = \mathbf{\$109.12 / \text{mes}}$$

$$\text{Ahorro horas extras} = (80 \times 0.68 \times 1.5) + (40 \times 0.68 \times 2.0)$$

$$\text{Ahorro horas extras} = \mathbf{\$136.00 / \text{mes}}$$

$$\text{Ahorro por persona} = \mathbf{\$245.12 / \text{mes} = 2,941.44 / \text{año}}$$

Por lo tanto el ahorro final es de **\$3,663.08** al año (\$721.64 + \$2,941.44).

En resumen tenemos:

item	Detalle	Ahorro
1	Ahorro en horas extras del personal	\$ 721.64
2	Ahorro en pago por persona	<u>\$ 2,941.44</u>
	Total (ahorro)	<u>\$ 3,663.08</u>

En cuanto al requerimiento de inversión en mejoras, detallamos a continuación las propuestas planteadas:

- Preparación de un área de preparación, para almacenaje de herramientas e insumos utilizados en el alistamiento de máquina.
- Identificación técnica de partes y piezas en mesa de trabajo.
- Capacitación de personal en la aplicación del nuevo método de trabajo.
- Elaboración de cuadro para cálculo de eficiencia.
- Instalación de pizarras informativas.
- Levantamiento de layout para ubicación de láminas.
- Definición de tablas con tiempos estándares de preparación.

- Elaboración de cuadro para cálculo de tiempo de preparación y corrida de producción necesaria para planificación de la producción.

Para la preparación de un área de preparación, donde se almacenen las cuchillas, troquel, tinta y pegamento, es necesaria la fabricación de una pequeña estantería en la cual se coloquen estos elementos. El costo para esta repisa es de **\$275.00**.

Para la identificación técnica de partes y piezas, se requiere aproximadamente 24 horas (8 hrs. /día * 3 días), uno de los ayudantes de la estación de trabajo será responsable de esta tarea de tal forma que no se incurra en costos adicionales por contratación de personal. El costo de esa persona es de \$0.68/hora * 24 horas es igual a **\$16.32**.

Con respecto a la capacitación para el personal en el nuevo método de trabajo, la persona líder del proyecto será el asistente del departamento de planificación y entre sus tareas estará la evaluación de las necesidades de los trabajadores, elaborar el programa de capacitación, de capacitar al personal y la evaluación final de lo aprendido. El tiempo estimado es de 4 semanas,

asignando 6 horas diarias, a una tasa de \$2.50/ hora * 120 horas; el costo adicional es de **\$300.00**. Al ser la capacitación en su 80% práctica no se requiere de material adicional ni una inversión en equipos.

El cuadro para el cálculo de eficiencia, puede ser elaborado por el asistente de planificación, y sin mayor problema ni costos adicionales. Tiempo requerido 4 horas * \$2.50/ hora son **\$10.00**.

Para instalar la pizarra informativa, se requiere de una pizarra aproximadamente de 600 mmL * 1000 mmL, material corcho, y dos pies de apoyo (utilizable de ambos lados), el costo es de **\$105.00**.

El levantamiento de un layout para identificar la ubicación de las láminas necesarias para las convertidoras, es tema de que el asistente de planificación elabore un bosquejo de la planta, asigne códigos de ubicación y etiquete dichos códigos en el lugar asignado, y a su vez definir formatos para cada una de estas áreas y la persona encargada de este almacenaje registre el material y a que pedido corresponde. Costo adicional **\$ 20.00** (\$2.50/ hora * máximo 8 horas).

Una vez que se ha obtenido los resultados del estudio de tiempos, lo ideal es elaborar tablas donde se estandarice el método de preparación de máquina y el tiempo requerido para el mismo. El asistente de planificación, estará a cargo de la elaboración de estas tablas. Costo adicional **\$15.00** (\$2.50/ hora * máximo 6 horas).

De la misma manera, se requiere de un cuadro (en Excel) que permita obtener, por cálculo programado, automáticamente el tiempo requerido para la preparación de máquina y el tiempo de producción por corrida. Nuestro asistente de planificación se hará cargo del tema. Costo adicional \$30.00 (\$2.50/ hora * 2 días de 6 horas cada uno).

En resumen tenemos:

ítem	Detalle	Inversión
1	Preparación de área de partes y piezas	\$ 275.00
2	Identificación técnica de partes y piezas	\$ 16.32
3	Capacitación del personal en nuevo método de trabajo	\$ 300.00
4	Cuadro de cálculo de eficiencia	\$ 10.00
5	Instalación de pizarra informativa	\$ 105.00
6	Layout para almacenaje de láminas	\$ 20.00
7	Definir tablas de tiempos de preparación	\$ 15.00
8	Cuadro de cálculo de tiempo de preparación y corrida	\$ 30.00
Total (inversión)		\$ 771.32

Si evaluamos las mejoras propuestas vs. el ahorro obtenido tendremos que:

TABLA 30
ANÁLISIS COSTO VS. BENEFICIO
 (Evaluación de propuestas para mejora)

	Item	Año		
		1	2	3
Inversión	a	\$ 771.32	\$ 0.00	\$ 0.00
Ingresos (ahorro)	b	\$ 3,663.08	\$ 3,846.23	\$ 4,038.55
Egresos (costos)	c	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Utilidad	d	\$ 3,663.08	\$ 3,846.23	\$ 4,038.55
Beneficio	e = b - a	\$ 2,891.76	\$ 3,846.23	\$ 4,038.55
Relación Beneficios / Costos (retorno por cada \$ invertido)	f = e / a	3.75 veces	-	-
Pay - Back (tiempo de retorno de inversión)	g = a / e	0.27 años	-	-

Los resultados de la tabla 30, análisis costo vs. beneficio nos muestra que la inversión inicial es recuperada en 0.27 años (es decir 3.20 meses ó 96.02 días) y que por cada dólar que se ha invertido se reciben 3.75 veces más como retorno.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de utilizar el nuevo concepto de eficiencia, comprende parámetros tales como: tiempo real en (min.), tiempo de paros planeados (min.), tiempo de paros no planeados (min.), producción real (und.), producción rechazada (und.); y una hoja programa en Excel de forma tal que permita al usuario de la misma, obtener la eficiencia total del equipo, combinando la eficiencia en tiempo disponible, eficiencia de producción y eficiencia en calidad.
2. Una mejor organización de la estación de trabajo, permitirá que las actividades se desarrollen normalmente y cada persona cumpla con sus responsabilidades sin desperdicio de tiempo, que se refleja en costos para la empresa. La ubicación de pizarras informativas en cada convertidora, con su respectivo programa de producción

será la herramienta que mantenga la comunicación entre el departamento de planificación y la planta (área de convertidoras).

3. La nueva política, dará soporte al uso de la pizarra informativa, puesto que queda por escrito la responsabilidad de que se haga al menos una hora antes la notificación del programa de producción, y contar con él evitando retrasos por su carencia.
4. El levantamiento del layout de la planta, para zonificar el almacenamiento de las láminas de cartón corrugado, facilitará la búsqueda, localización e identificación del material para iniciar una corrida en la convertidora.
5. Al revisar el método de trabajo se detectaron varias oportunidades de mejora: actividades internas que se podían realizar de manera externa, actividades consideradas como desperdicio que eran factibles de reducir hasta eliminar y una mejor distribución carga de trabajo durante la preparación de máquina por persona.
6. De las actividades que se tomó de la preparación interna, se las asignó a uno de los ayudantes como actividades previas al inicio

del alistamiento de máquina, de manera que no se tome este tiempo con la máquina parada, que no es para nada aconsejable.

7. Las actividades consideradas como desperdicio, se las atacó por el lado de la organización de la estación de trabajo, que permita a la persona obtener lo que necesite eliminando las búsquedas, identificaciones y verificaciones de las piezas y partes en general.
8. Con todos estos antecedentes se consiguió plantear un nuevo método de trabajo mejorado y se definieron cuatro casos particulares que agrupan diferentes actividades (del método en general) de acuerdo al tipo de cambio que se vaya a realizar, medido por las características del producto de la corrida anterior vs. las del producto de la nueva corrida.
9. Sobre las actividades de este nuevo método, se llevó a cabo un estudio de tiempos del cual se obtuvo los tiempos requeridos por cada actividad, y se les aplicó factores de tolerancia y de participación del personal con el fin de estandarizar los datos. El tiempo inicial de preparación era de 28.00 minutos y se lo redujo a 21.59 minutos, una reducción del **22.89%**; tiempo de preparación ahorrado 100.46 horas, **\$721.64** al año por el lado de las horas de

mano de obra. Adicional tenemos el ahorro por persona (ayudante no. 5), **2,941.44 /año.**

10. Según la información planteada en el capítulo 2 de la tesis, el tiempo improductivo (por causa paras no planeadas) reflejaba un promedio de 34.71% en los últimos 5 meses. El 82.78% de este porcentaje lo componen tres de las principales causas: Ajuste de máquina (**53.46%**), falta de materia prima (**19.00%**) y sin programa de producción (**10.32%**).

Una de las mejoras planteadas iba enfocada a la eliminación de las paras por causa de la falta de programa de producción, con la implementación de pizarras informativas y políticas de comunicación entre personal, esta reducción del **10.32%** del tiempo total improductivo, representa el **3.58%** del tiempo total registrado entre tiempo de preparación, tiempo de corrida de producción, paras planeadas y no planeadas. Este impacto provoca una reducción en el porcentaje de para no planificada del 34.71% al 31.13%.

Para contrarrestar la segunda de las causas, por orden de importancia, se propuso el levantamiento de un layout de la planta

y delimitar (con su respectiva señalización) áreas destinadas al almacenaje de láminas con el fin de eliminar las paras por esta razón. La reducción de este **19.00%** del tiempo total improductivo, representa el **6.59%** del tiempo total registrado entre tiempo de preparación, tiempo de corrida de producción, paras planeadas y no planeadas. Este impacto provoca una reducción en el porcentaje de para no planificada del 31.13% al 24.53%.

Ambos planteamientos logran un **10.17%** (6.59% + 3.58%) de reducción en el porcentaje de tiempo improductivo, nuestro objetivo era del 7%; tenemos una reducción adicional del 3.17%.

11. La mejora en el cálculo de la eficiencia se logra con el nuevo cuadro en el cual se consideran nuevos parámetros, y la eficiencia es evaluada sobre la base de mayor información que permita valorarla de mejor manera.
12. La inversión inicial sería de \$771.32, y el ahorro anual estimado de \$3,663.08; la inversión inicial es recuperada en 0.27 años y por cada dólar que se ha invertido se reciben 3.75 veces más como retorno. (es decir 3.20 meses ó 96.02 días).

RECOMENDACIONES

- Dejar por escrito, el método de trabajo para preparación de máquina, de tal forma que se encuentre disponible para el personal actual y el nuevo de darse alguna contratación.
- Documentar las responsabilidades del operador y los ayudantes antes, durante y después de la preparación de máquina.
- Programar revisiones periódicas de la sección de herramientas, para dar mantenimiento, y/o reemplazar las obsoletas de ser el caso, permitiendo contar con herramientas, partes y piezas que sean de utilidad.
- Dar mantenimiento a las identificaciones de las partes y piezas, para conservar su legibilidad, y actualizar la información técnica en ellas contenida (de ser el caso).
- Actualizar la base de datos que contiene la información vinculada con los cuadros para el cálculo de la eficiencia y del tiempo requerido para la planificación de la producción.
- Documentar el procedimiento para el almacenamiento de las láminas en las zonas antes definidas.
- Actualizar las pizarras informativas a diario, eliminando información caducada y colocando información actual que sea de utilidad.
- Revisar los factores de calificación del operario y de la tolerancia por las condiciones del trabajo al menos cada 6 meses. Y llevar a

cabo un estudio de tiempos al menos una vez al año. Ambas sugerencias se pueden cumplir en menos del tiempo recomendado, si así lo considera necesario el departamento de planificación, por cambios puntuales en el personal o en el ambiente de trabajo.

- Coordinar reuniones con el personal de planta y del departamento de planificación, con la finalidad de que se planteen propuesta de mejora constante por parte de las personas claves de la línea de producción, los operarios y ayudantes.

APÉNDICES

APENDICE A

COMBINACION DEL TEST									
Flauta	Test	Componentes					Peso por metro cuadrado		
		Gramaje de papeles					Liner	Medium	Factor Total
C	125	125	146	125			0.250	0.21316	0.463
	150	125	146	186			0.311	0.21316	0.524
	175	186	146	186			0.372	0.21316	0.585
	200	205	146	205			0.410	0.21316	0.623
	250	205	146	337			0.542	0.21316	0.755
	275	337	146	337			0.674	0.21316	0.887
BC	200	205	146	125	146	125	0.455	0.41172	0.867
	250	186	146	125	146	186	0.497	0.41172	0.909
	275	186	146	186	146	186	0.558	0.41172	0.970
	300	205	146	186	146	186	0.577	0.41172	0.989
	350	205	146	205	146	205	0.615	0.41172	1.027
	400	205	146	270	146	300	0.775	0.41172	1.187
	405	205	146	270	146	337	0.812	0.41172	1.224
	450	270	146	300	160	300	0.870	0.43216	1.302
B	175	186	146				0.186	0.19856	0.385
	175	186	125				0.186	0.17000	0.356
	150	125	146	186			0.311	0.19856	0.510
	175	186	146	186			0.372	0.19856	0.571
E	150	125	146				0.125	0.18396	0.309
	175	186	125				0.186	0.15750	0.344
	175 W	175	175				0.175	0.22050	0.396
	175 W	186	186				0.186	0.23436	0.420
	150	125	146	186			0.311	0.18396	0.495
	175	186	146	186			0.372	0.18396	0.556

APENDICE C

HOJA DE RUTA PARA CONVERTIDORAS

Ruta	Flujo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	PM1	PM2	PM3	PM4	Tipos de caja	
		MAQUINA CORRUGADORA	CONVERTIDORAS				Troqueladora plana	Guillotina	ADITAMENTOS								
			CONVERTIDORA No. 1	CONVERTIDORA No. 2	CONVERTIDORA No. 3	CONVERTIDORA No. 4			Cortadora Rayadora	Eslotadora	Sierra	Pegadora Manual	Laminado	Limpieza	Embaladora plástica		
A	01-02	A1	A2													Caja regular, bandeja, jaba, troquelada de 1 a 2 colores	
B	01-03	B1		B2												Caja regular, bandeja, jaba, troquelada de 1 a 4 colores	
C	01-04	C1			C2											Caja regular, bandeja, jaba, troquelada de 1 a 2 colores	
D	01-05	D1				D2										Caja regular, bandeja, jaba, troquelada de 1 a 2 colores	
E	01-06	E1					E2									Caja troquelada S/imp, piezas de cajas de pollos	
F	01-08	F1							F2							Pads de cartón, refuerzos perimetrales	
G	07	G1						G2								Pads de banano	
H	01-08-09	H1							H2	H3						Largueros, transversales (Limpiar)	
I	01-08-10	I1							I2	I3						Largueros, transversales retirar residuos	
J	01-08-03	J1		J3					J2							Pizza lámina doble / dividida en aditamento	
K	01-03-PM1	K1		K2								K3				Cajas troqueladas de 1 a 4 colores con pegado manual	
L	01-03-PM3	L1		L2										L3		Cajas troqueladas de 1 a 4 colores con limpieza	
M	01-03-PM4	M1		M2											M3	Cajas de pizza	
N	01-PM2-03	N1		N3									N2			Cajas con proceso de laminado	
O	01-PM2-02	O1	O3										O2			Cajas con 2 pliegos por lámina 1,000 diarias 4 per.	
P	01-PM2-04	P1			P3								P2			Cajas con 4 pliegos por lámina 300 diarias 4 per.	
Q	01-PM2-05	Q1				Q3							Q2			Laminado con goma caliente (Davis)	
R	01-PM2-06	R1					R3						R2			Laminado y troquelado en plano	
S	01-03-04	S1		S2	S3											Cajas regulares, bandejas, jabas	
T	01-03-05	T1		T2		T3										Cajas regulares, bandejas, jabas	
U	01-08-03-PM4	U1		U3					U2						U4	Pizza lamina doble y emboltura plástica	
V	01-03-06	V1		V2			V3									Cajas impresas de 1 a 4 colores con troquelado plano	
W	01-02-06	W1	W2				W3									Cajas impresas de 1 a 2 colores con troquelado plano	
X	01-04-06	X1			X2		X3									Cajas impresas de 1 a 2 colores con troquelado plano	
Y	01-05-06	Y1				Y2	Y3									Cajas impresas de 1 a 2 colores con troquelado plano	
Z	01-04-06-PM1	Z1			Z2		Z3					Z4				Cajas pequeñas impresas en láminas dobles pegado manual	
AA	01-05-06-PM1	AA1				AA2	AA3					AA4				Troqueladas en plano y pegado manual	

APENDICE E

PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACION DE LA PRODUCCION

Responsable	Secuencia	Actividad
Coordinadora S.A.C.	01	Entrega diariamente pedidos aprobados al Jefe de Planificación.
Ingeniero de Procesos (Control de Calidad)	02	Entrega a Planificación Reporte de Producto No Conforme o Formato de Atención de Reclamos para Reposición de la Producción.
Supervisor CTM	03	Emite requerimiento de: <ul style="list-style-type: none">- Lámina de cartón (para fabricar muestras).- Planificación de muestras en máquina.
Jefe Planificación	04	Revisa reporte de Pedidos pendientes.
Jefe Planificación	05	Analizan cargas de máquinas y planifican turnos de trabajo de las diferentes secciones o máquinas de la Planta.
Asistente Planificación	06	Entrega semanalmente Compromiso de Entrega (Formato Libre).
Jefe Mantenimiento	07	Indica sobre el estado de las máquinas.
Jefe Materia Prima	08	Envía semanalmente Inventario Físico de Papel (Formato Libre).
Jefe Arte-Diseño	09	Entrega Tarjetas de Impresión nuevas o por reposición.

Ingeniero de Procesos (Control de Calidad)	10	Informa vía correo electrónico resultados del Control de Calidad de las Materias Primas: Papel y tintas.
Supervisor CTM	11	Actualiza en el sistema el programa de fabricación de Troqueles F-CD-CTM-006.
Jefe Arte-Diseño	12	Actualiza Informe de Clisés para entregar a la Planta (Hoja electrónica) aplicando Instructivo para Verificación de Clisés comprados I-CD-ART-003.
Trimador	13	Emite requerimiento de papel según se necesite a la Bodega de Materia Prima (Formato Libre).
Jefe Materia Prima	14	Informa sobre entrega de Papel a la Planta (Formato Libre).
Jefe Planificación	15	Indica al Trimador los pedidos que deberá trimar de acuerdo a Políticas de Programación de la producción, además de lo requerido por: <ul style="list-style-type: none"> - Control de Calidad para Reposición; y - C.T.M. láminas para muestras.
Trimador	16	Realiza proceso del trimado de láminas según Pedidos de clientes o indicaciones del Jefe de Planificación (Paso 16), aplicando Instructivo para el Trimado I-PR-PLA-001.

Trimador	17	<p>El Pedido Trima?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el pedido trima, continúa con Paso 19 - Si el pedido <u>no</u> trima, se verifica una solución inmediata, se avisa al Jefe de Planificación y se solicita la aprobación de la mencionada alternativa a la Gerencia General.
Trimador	18	Entrega Hoja de corrugar con trimado al Asistente de Planificación para elaboración de Orden de fabricación.
Asistente Planificación	19	Asigna número de orden de fabricación en Hoja de corrugar y emite orden de fabricación para las áreas de conversión.
Trimador	20	<p>Entrega resultado del trimado al Jefe de Planificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Hoja de corrugar. b) Orden de fabricación. c) Hoja ruta del producto. d) Tarjeta de Impresión.
Jefe Planificación	21	Solicita a Control de Calidad la “validación de combinaciones de papel” si no se encuentran incluidas en formato Combinaciones, Calibre y Pesos del cartón Corrugado.
Ingeniero de Procesos (Control de Calidad)	22	Valida combinación de Papeles requerida por Planificación.

<p>Jefe Planificación</p>	<p>23</p>	<p>Revisa y aprueba Hoja de corrugar vs. Orden de fabricación vs. Tarjeta de impresión, verificando:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nombre del cliente. b) Número de Orden. c) Número de Pedido. d) Medidas interiores de la caja. e) Descripción de la caja. f) Test. g) Combinación de papeles según test. h) Número de Tarjeta de Impresión. i) Medida de lámina. j) Tipo de rayado. k) Distribución de medidas en los paneles. l) Tipo de flauta. <p>Observaciones adicionales como: recubrimiento, encerado, tipo de papel a utilizar, ruta de proceso, rayado especial, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si los datos concuerdan continúa P-24. - Si los datos <u>no</u> concuerdan P-18.
<p>Programador</p>	<p>24</p>	<p>Inicia proceso de Programación de la producción del Cuello de Botella (imprensa Convertidora No. 2) y otras secciones o máquinas de conversión, aplicando Instructivo Programación de la</p>

		producción.
Programador	25	Inicia proceso de Programación de la producción del Corrugador de acuerdo a necesidades establecidas en el Programa de producción del área de conversión (convertidoras), priorizando el requerimiento del cuello de botella (Imprenta Convertidora No. 2).
Programador	26	Imprime Programa de Producción de las diferentes áreas de la Planta: a) Corrugadora (1 Original – 1 Copia). b) Microcorrugador (1 Original – 1 Copia). c) Convertidora No. 2 (1 Original – 3 Copia). d) Convertidora No. 4 (1 Original – 3 Copia). e) Convertidora No. 3 (1 Original – 3 Copia). f) Convertidora No. 1 (1 Original – 3 Copia). g) Aditamentos (1 Original – 1 Copia). h) Troqueladora (1 Original – 1 Copia). i) Guillotina (1 Original – 1 Copia). j) Cortadora Manco (1 Original – 1 Copia).
Jefe Planificación	27	Coloca firma de responsabilidad a los Programas de Producción para distribuirlos

		<p>de la siguiente manera:</p> <p>a) <u>Supervisor de Corrugado</u></p> <p>(1 Original + 1 Copia Corrugador)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Microcorrugador)</p> <p>b) <u>Supervisor de Conversión</u></p> <p>(1 Original + 1 Copia Convertidora No. 2)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Convertidora No. 4)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Convertidora No. 3)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Convertidora No. 1)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Aditamentos)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Troqueladora Plana)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Guillotina)</p> <p>(1 Original + 1 Copia Cortadora Manco)</p> <p>c) <u>Montador de Clisé</u></p> <p>(1 Copia Convertidora No. 2)</p> <p>(1 Copia Convertidora No. 4)</p> <p>(1 Copia Convertidora No. 3)</p> <p>(1 Copia Convertidora No. 1)</p> <p>d) <u>Troquelero</u></p> <p>(1 Copia Convertidora No. 2)</p> <p>(1 Copia Convertidora No. 4)</p> <p>(1 Copia Convertidora No. 3)</p>
--	--	---

		(1 Copia Convertidora No. 1) NOTA: Si los programas de producción no llevan la firma del Jefe de Planificación podrán ser entregados con la firma del Programador.
Montador de clisé Troquelero	28	Recibe Programa de Producción de Imprentas.
Programador	29	Entrega adjunto al Programa de Producción lo siguiente: a) <u>Supervisor de Corrugado</u> - Hoja de corrugar. - Orden de fabricación (por cliente y producto). - Hoja de Ruta (adjunta a cada orden) - Tarjeta de Impresión. NOTA: Si la orden de fabricación está trimada en varias partes se adjuntará en la primera hoja de corrugar. b) <u>Supervisores de Conversión</u> - Orden de Fabricación (por cliente y producto). - Hoja de Ruta (adjunta a cada orden). - Tarjeta de Impresión.
Supervisor de Producción	30	Recibe Programas de producción adjuntado: - Hoja corrugar.

		<ul style="list-style-type: none"> - Orden de fabricación (por cliente y producto). - Hoja de Ruta (adjunta a cada orden). - Tarjeta de Impresión.
Producción	31	Ejecuta proceso de fabricación.
Supervisor de Producción	32	Entrega programas de producción con resultados de la producción del Corrugador, del Cuello de Botella y demás secciones o máquinas de conversión.
Notificador	33	Recoge Órdenes de fabricación.
Notificador	34	Realiza notificación de Órdenes de fabricación en sap.
Jefe Planificación	35	<p>Revisa órdenes y en las que falten por sacar saldos de las láminas se las entrega al trimador.</p> <p>(Paso 15) y las que estén láminas completas servirán para programar en áreas de conversión (Paso 24)</p>
Notificador	36	Archiva ordenes de fabricación y tarjetas de impresión

APENDICE F

DEMANDA DE PRODUCTO PARA EL PERÍODO SEP. 2006 - JUN. 2007

Meses	Corrugador		Convertidoras		Aditamentos	
	Unidades	Valor neto	Unidades	Valor neto	Unidades	Valor neto
SEP	121,302 Und.	\$ 219,200	5,487,149 Und.	\$ 3,536,015	5,985,190 Und.	\$ 265,458
OCT	48,153 Und.	\$ 120,126	5,918,637 Und.	\$ 3,573,689	4,105,175 Und.	\$ 264,319
NOV	67,500 Und.	\$ 48,587	4,601,823 Und.	\$ 2,953,232	1,983,683 Und.	\$ 190,171
DIC	58,624 Und.	\$ 81,817	4,794,585 Und.	\$ 2,959,102	2,027,581 Und.	\$ 135,026
ENE	62,832 Und.	\$ 61,937	6,529,895 Und.	\$ 4,153,349	2,754,566 Und.	\$ 217,095
FEB	48,458 Und.	\$ 134,661	4,220,422 Und.	\$ 2,956,005	1,597,713 Und.	\$ 180,201
MAR	38,796 Und.	\$ 53,578	6,925,612 Und.	\$ 3,808,562	5,102,581 Und.	\$ 207,281
ABR	254,097 Und.	\$ 128,652	6,306,087 Und.	\$ 3,579,798	5,111,210 Und.	\$ 209,699
MAY	65,200 Und.	\$ 134,455	6,063,328 Und.	\$ 2,771,505	2,626,400 Und.	\$ 171,553
JUN	60,675 Und.	\$ 87,802	4,580,471 Und.	\$ 2,827,911	1,694,821 Und.	\$ 144,306
TOTALES	825,637 Und.	\$ 1,070,816	55,428,009 Und.	\$ 33,119,166	32,988,920 Und.	\$ 1,985,109

OFERTA DE PRODUCTO PARA EL PERÍODO SEP. 2006 - JUN. 2007

Meses	Corrugador		Convertidoras		Aditamentos	
	Unidades	Valor neto	Unidades	Valor neto	Unidades	Valor neto
SEP	78,637 Und.	\$ 172,512	3,473,638 Und.	\$ 2,232,754	2,807,162 Und.	\$ 125,712
OCT	54,639 Und.	\$ 180,143	4,343,524 Und.	\$ 2,803,761	1,774,289 Und.	\$ 184,559
NOV	41,570 Und.	\$ 65,519	4,723,454 Und.	\$ 2,839,182	2,015,386 Und.	\$ 134,061
DIC	58,001 Und.	\$ 65,506	3,332,854 Und.	\$ 2,083,037	1,101,231 Und.	\$ 99,342
ENE	91,010 Und.	\$ 125,044	4,831,765 Und.	\$ 3,300,437	1,628,137 Und.	\$ 179,555
FEB	42,105 Und.	\$ 126,774	3,387,628 Und.	\$ 2,255,295	1,328,798 Und.	\$ 129,631
MAR	55,787 Und.	\$ 110,605	2,754,270 Und.	\$ 1,865,058	1,596,122 Und.	\$ 120,833
ABR	134,653 Und.	\$ 51,209	4,431,294 Und.	\$ 3,117,547	3,734,117 Und.	\$ 199,582
MAY	155,968 Und.	\$ 156,659	3,967,318 Und.	\$ 2,707,018	1,742,210 Und.	\$ 181,094
JUN	37,272 Und.	\$ 88,903	2,457,454 Und.	\$ 1,631,642	1,181,880 Und.	\$ 107,732
TOTALES	749,642 Und.	\$ 1,142,874	37,703,199 Und.	\$ 24,835,731	18,909,332 Und.	\$ 1,462,101

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE G

COSTOS POR MANTENER INVENTARIO DE P. EN PROCESO Y P. TERMINADO PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

Áreas	Costos Total	Unidades	Costo Unitario (\$/unid)
Corrugador	\$ 164,174.90	1,110,100.90	\$ 0.15
Convertidoras	\$ 325,244.99	959,095.00	\$ 0.34
Aditamentos	\$ 46,146.47	2,842,535.00	\$ 0.02
TOTALES	\$ 535,566.36	4,911,730.90	

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE H

COSTOS DE DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA PARA PRODUCCIÓN PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

Desperdicio de materia prima

Materia Prima	Kilos disponibles	Costo	Kilos desperdicio	Corrugador		Convertidoras		Aditamentos	
				Kilos	Costos	Kilos	Costos	Kilos	Costos
Papel Kraft	11,264,714.0	\$ 6,653,617	1,230,688.9	36,760.4	\$ 21,713	1,176,464.2	\$ 694,890	17,463.2	\$ 10,315
Tintas	75,311.0	\$ 169,809	1,379.8	41.2	\$ 93	1,318.1	\$ 2,972	19.6	\$ 44
Full Proof	7,258.0	\$ 12,004	120.8	4.1	\$ 7	113.6	\$ 188	2.2	\$ 4
Papel Semiquímico	2,297,345.0	\$ 1,085,428	189,754.3	6,011.1	\$ 2,840	180,567.8	\$ 85,313	3,174.5	\$ 1,500
Recubrimiento	35,763.0	\$ 106,053	779.2	65.0	\$ 193	682.3	\$ 2,023	30.9	\$ 92
Formiflex	32,000.0	\$ 57,867	580.5	17.3	\$ 31	554.0	\$ 1,002	8.2	\$ 15
Almidón	357,340.0	\$ 118,863	28,976.2	853.4	\$ 284	27,698.3	\$ 9,213	423.4	\$ 141
TOTAL	14,069,731.00	\$ 8,203,639	1,452,279.69	43,752.52	\$ 25,160	1,387,398.26	\$ 795,602	21,122.05	\$ 12,110

* Fuente: Información de importaciones período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE I

RELACION PRODUCCIÓN DEFECTUOSA VS. PRODUCCIÓN REAL PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

Corrugador

MES	Producción Real	Producción Buena	Producción Defectuosa
SEP	4,521,548 Und.	4,482,478 Und.	39,070 Und.
OCT	6,968,103 Und.	6,920,010 Und.	48,093 Und.
NOV	6,015,986 Und.	5,970,514 Und.	45,471 Und.
DIC	4,854,142 Und.	4,815,990 Und.	38,152 Und.
ENE	8,292,018 Und.	8,248,076 Und.	43,942 Und.
FEB	5,581,008 Und.	5,555,597 Und.	25,411 Und.
MAR	5,945,390 Und.	5,917,188 Und.	28,202 Und.
ABR	6,609,766 Und.	6,543,650 Und.	66,116 Und.
MAY	6,619,997 Und.	6,538,108 Und.	81,889 Und.
JUN	4,640,187 Und.	4,575,223 Und.	64,964 Und.
TOTALES	60,048,145 Und.	59,566,835 Und.	481,310 Und.

Convertidoras

MES	Producción Real	Producción Buena	Producción Defectuosa
SEP	3,790,137 Und.	3,742,270 Und.	47,867 Und.
OCT	5,523,421 Und.	5,413,229 Und.	110,192 Und.
NOV	4,980,236 Und.	4,863,857 Und.	116,379 Und.
DIC	4,397,261 Und.	4,289,239 Und.	108,022 Und.
ENE	5,314,336 Und.	5,194,317 Und.	120,019 Und.
FEB	4,084,079 Und.	3,987,502 Und.	96,577 Und.
MAR	4,154,019 Und.	4,073,283 Und.	80,736 Und.
ABR	4,279,673 Und.	4,208,529 Und.	71,144 Und.
MAY	4,907,395 Und.	4,853,423 Und.	53,972 Und.
JUN	3,127,717 Und.	3,090,940 Und.	36,777 Und.
TOTALES	44,558,274 Und.	43,716,589 Und.	841,685 Und.

Aditamentos

MES	Producción Real	Producción Buena	Producción Defectuosa
SEP	2,119,243 Und.	1,850,806 Und.	652 Und.
OCT	3,805,807 Und.	3,536,022 Und.	682 Und.
NOV	2,571,559 Und.	2,344,735 Und.	1,270 Und.
DIC	1,508,992 Und.	1,349,407 Und.	196 Und.
ENE	2,977,587 Und.	2,823,542 Und.	1,813 Und.
FEB	1,781,987 Und.	1,762,615 Und.	2,435 Und.
MAR	2,239,691 Und.	2,227,072 Und.	1,697 Und.
ABR	2,978,172 Und.	2,694,157 Und.	4,636 Und.
MAY	2,211,449 Und.	2,105,381 Und.	1,922 Und.
JUN	1,726,370 Und.	1,526,730 Und.	1,976 Und.
TOTALES	23,920,857 Und.	22,220,467 Und.	17,279 Und.

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE J

TIEMPOS PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS DE LA CORRIDA DE PRODUCCIÓN PROMEDIO PARA EL PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

Máquina: Corrugador

Tiempos	
Productivo	9,990 Min.
Improductivo	4,020 Min.
TOTALES	14,010 Min.

Máquina: Convertidora

Tiempos	Convertidora No. 1	Convertidora No. 2	Convertidora No. 3	Convertidora No. 4	TOTALES
Productivo	19,205 Min.	5,640 Min.	8,890 Min.	10,415 Min.	44,150 Min.
Improductivo	3,750 Min.	2,595 Min.	5,950 Min.	3,435 Min.	15,730 Min.
TOTALES	22,955 Min.	8,235 Min.	14,840 Min.	13,850 Min.	59,880 Min.

Máquina: Aditamentos

Tiempos	Guillotina	Cortadora	Manco	TOTALES
Productivo	9,755 Min.	13,115 Min.	7,055 Min.	29,925 Min.
Improductivo	2,220 Min.	1,285 Min.	730 Min.	4,235 Min.
TOTALES	11,975 Min.	14,400 Min.	7,785 Min.	34,160 Min.

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE K

EFICIENCIA DE MÁQUINAS DE CONVERSIÓN PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

Fecha	Ward	Simon	Zlm	Zls
Sep-06	78.93%	59.83%	90.31%	85.68%
Oct-06	98.14%	78.43%	88.18%	68.92%
Nov-06	68.07%	64.86%	85.31%	108.91%
Dic-06	81.87%	47.22%	66.10%	130.99%
Ene-07	94.09%	72.54%	91.18%	34.76%
Feb-07	102.06%	83.55%	52.90%	9.23%
Mar-07	88.61%	57.83%	78.56%	50.24%
Abr-07	95.34%	70.69%	65.73%	29.73%
May-07	91.97%	64.26%	72.14%	39.98%
Jun-07	93.65%	67.47%	68.94%	34.86%

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE L

PRODUCCION PLANIFICADA VS. PRODUCCION REAL PERIODO SEPTIEMBRE 2006 - JUNIO 2007

CONVERTIDORA NO. 2					
Fecha	Planificado	Producido	% Cumpli	Rechazo	% Desp
sep-06	82,306	37,180	45.2%	712	1.9%
oct-06	136,000	89,543	65.8%	1,567	1.7%
nov-06	102,700	84,677	82.5%	1,579	1.9%
dic-06	161,500	147,849	91.5%	1,573	1.1%
ene-07	201,092	135,312	67.3%	1,756	1.3%
feb-07	97,000	86,954	89.6%	1,498	1.7%
mar-07	106,900	51,885	48.5%	618	1.2%
abr-07	193,490	89,582	46.3%	1,625	1.8%
may-07	89,190	53,550	60.0%	480	0.9%
jun-07	203,682	117,091	57.5%	565	0.5%

CONVERTIDORA NO. 1					
Fecha	Planificado	Producido	% Cumpli	Rechazo	% Desp
sep-06	30,007	20,641	68.8%	631	3.1%
oct-06	17,000	15,681	92.2%	1,056	6.7%
nov-06	121,300	97,202	80.1%	1,950	2.0%
dic-06	141,100	57,937	41.1%	1,575	2.7%
ene-07	37,460	29,672	79.2%	274	0.9%
feb-07					
mar-07					
abr-07	100,878	73,595	73.0%	2,184	3.0%
may-07	95,500	55,455	58.1%	315	0.6%
jun-07	96,000	14,922	15.5%	472	3.1%

CONVERTIDORA NO. 4					
Fecha	Planificado	Producido	% Cumpli	Rechazo	% Desp
sep-06	45,250	40,856	90.3%	749	1.8%
oct-06	35,200	31,675	90.0%	371	1.2%
nov-06	41,110	28,666	69.7%	549	1.9%
dic-06	43,800	16,177	36.9%	760	4.7%
ene-07					
feb-07					
mar-07	60,311	55,111	91.4%	443	0.8%
abr-07	13,800	3,300	23.9%	119	3.6%
may-07					
jun-07					

CONVERTIDORA NO. 3					
Fecha	Planificado	Producido	% Cumpli	Rechazo	% Desp
sep-06	37,720	27,539	73.0%	455	1.7%
oct-06	18,424	4,387	23.8%	162	3.7%
nov-06					
dic-06	17,000	9,747	57.3%	177	1.8%
ene-07	61,470	43,871	71.4%	342	0.8%
feb-07	55,200	43,287	78.4%	232	0.5%
mar-07	28,000	21,436	76.6%	265	1.2%
abr-07	70,180	32,306	46.0%	493	1.5%
may-07	34,053	27,592	81.0%	209	0.8%
jun-07	63,424	45,103	71.1%	375	0.8%

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE M

CAUSAS DE TIEMPO IMPRODUCTIVO PERIODO FEBRERO 2007 - JUNIO 2007

Causas	Tiempo (Min)	Fr (%)	Fa (%)
Ajuste de máquina	11,085	53.46%	53.46%
Falta de materia prima	3,940	19.00%	72.46%
Sin programa de producción	2,140	10.32%	82.78%
Atoramiento	1,835	8.85%	91.63%
Falla en tinta	370	1.78%	93.42%
Laminas defectuosas	330	1.59%	95.01%
Falla en troquel	295	1.42%	96.43%
Falla mecánica	255	1.23%	97.66%
Falla eléctrica	205	0.99%	98.65%
Falla en Clisé	150	0.72%	99.37%
Falta montacargas	70	0.34%	99.71%
Falta de personal	45	0.22%	99.93%
Falta de Presión de aire	10	0.05%	99.98%
Falta de Pallets	5	0.02%	100.00%
Falta de espacio	0	0.00%	100.00%
Otros	0	0.00%	100.00%
Total	20,735	100.00%	

* Fuente: Información del sistema, corte del período Sep. 06 - Jun. 07

APENDICE O

PARTICIPACION DE PERSONAL DURANTE PREPARACION DE

MAQUINA

(%)

PARTICIPACION DE PERSONAL EN PREPARACION DE MAQUINA					
Persona	Tiempo de trabajo		Tiempo ocioso		Tiempo total
	min	%	min	%	
Operador de máquina	8.00 min.	28.57%	20.00 min.	71.43%	28.00 min.
Ayudante 1 (cambio de clisé)	7.00 min.	25.00%	21.00 min.	75.00%	28.00 min.
Ayudante 2 (cambio de tinta)	13.00 min.	46.43%	15.00 min.	53.57%	28.00 min.
Ayudante 3 + 4 (cambio de troquel)	28.00 min.	100.00%	0.00 min.	0.00%	28.00 min.
Ayudante 5 (limpieza de área de trabajo)	28.00 min.	100.00%	0.00 min.	0.00%	28.00 min.

APENDICE P

IDENTIFICACION DE PRODUCTO EN PROCESO

ESPACIO PARA DOBLAR

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO EN PROCESO		
PRODUCCION	CORRUGADOR	CODIGO: F-PR-CRR-001
CLIENTE		TEST
PRODUCTO		
O/P No.	PALLET N°	COLOR
COMPONENTES		
FECHA DE PRODUCCIÓN	TURNO	MEDIDAS DE LAMINA
SUPERVISOR	INSP. CALIDAD	LARGO:
		ANCHO:

REVISIÓN: 01

FECHA: 08-04-04

APENDICE R

INFORMACION DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Proceso:		Operación:																				promedio	Tiempo medio observado (min)			
Conversión de láminas		Preparación de máquina																								
Sección	Operación	No.	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Mesa Alimentadora	Calibración de mesa alimentadora	1	Buscar herramienta para calibración de mesa	0.42	0.48	0.53	0.46	0.41	0.43	0.44	0.36	0.42	0.45	0.38	0.40	0.45	0.41	0.42	0.40	0.51	0.42	0.47	0.41	0.43	0.43 Min.	
		2	Alojar pernos de alimentadora	0.16	0.17	0.17	0.22	0.18	0.20	0.16	0.19	0.18	0.19	0.17	0.20	0.19	0.21	0.19	0.22	0.18	0.16	0.15	0.17	0.18	0.18	0.18 Min.
		3	Subir mesa alimentadora	0.22	0.25	0.21	0.26	0.21	0.25	0.23	0.21	0.20	0.23	0.27	0.23	0.26	0.24	0.20	0.20	0.20	0.26	0.18	0.23	0.23	0.23	0.23 Min.
		4	Encerar máquina	0.16	0.15	0.18	0.14	0.15	0.17	0.17	0.17	0.13	0.14	0.17	0.15	0.13	0.16	0.14	0.15	0.15	0.18	0.14	0.16	0.15	0.15	0.15 Min.
		5	Verificar medida de lámina	0.10	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.10	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07 Min.
		6	Bajar mesa alimentadora	0.20	0.20	0.29	0.23	0.27	0.23	0.26	0.21	0.26	0.21	0.25	0.23	0.24	0.20	0.20	0.26	0.18	0.23	0.25	0.21	0.23	0.23	0.23 Min.
		7	Graduar la mesa alimentadora	0.35	0.41	0.37	0.36	0.39	0.42	0.35	0.40	0.37	0.35	0.39	0.41	0.38	0.37	0.35	0.32	0.37	0.36	0.35	0.42	0.37	0.37	0.37 Min.
		8	Graduar rodillos de alimentadora	0.40	0.37	0.35	0.39	0.41	0.39	0.42	0.37	0.35	0.32	0.37	0.36	0.35	0.42	0.39	0.41	0.38	0.37	0.35	0.32	0.37	0.37	0.37 Min.
		9	Graduar plancha de alimentadora	0.37	0.35	0.39	0.34	0.40	0.37	0.35	0.39	0.35	0.37	0.37	0.35	0.32	0.37	0.35	0.39	0.36	0.38	0.37	0.41	0.37	0.37	0.37 Min.
		10	Ajustar pernos de alimentadora	0.18	0.19	0.17	0.20	0.19	0.16	0.17	0.17	0.17	0.20	0.19	0.21	0.19	0.20	0.18	0.19	0.17	0.20	0.19	0.16	0.18	0.18	0.18 Min.
Cuerpo rayador/eslotador	Calibración de cuerpo rayador/eslotador	11	Sacar presión de cabezales rayadores	0.14	0.15	0.13	0.14	0.13	0.15	0.16	0.14	0.13	0.16	0.14	0.13	0.16	0.13	0.13	0.14	0.16	0.15	0.14	0.16	0.14	0.14 Min.	
		12	Alojar pernos de rayadores	0.14	0.13	0.15	0.16	0.13	0.16	0.13	0.15	0.14	0.16	0.15	0.13	0.14	0.16	0.15	0.14	0.13	0.16	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14 Min.
		13	Graduar rayador	0.32	0.27	0.30	0.26	0.27	0.29	0.33	0.29	0.31	0.28	0.32	0.33	0.28	0.29	0.31	0.27	0.25	0.28	0.32	0.30	0.29	0.29	0.29 Min.
		14	Ajustar pernos de rayador	0.12	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.10	0.13	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07	0.07	0.11	0.08	0.09	0.10	0.13	0.12	0.09	0.09	0.09 Min.
		15	Alojar pernos de eslotador	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.14	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.13	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14 Min.
		16	Seleccionar cuchilla	0.20	0.21	0.22	0.23	0.20	0.20	0.17	0.21	0.25	0.23	0.21	0.18	0.18	0.23	0.22	0.25	0.21	0.25	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21 Min.
		17	Verificar dimensiones de cuchilla	0.07	0.05	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.06	0.07	0.10	0.05	0.07	0.10	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07 Min.
		18	Colocar cuchilla	0.88	0.93	0.91	0.87	0.83	0.80	0.83	0.92	0.85	0.79	0.88	0.83	0.90	0.93	0.88	0.84	0.80	0.82	0.95	0.84	0.86	0.86	0.86 Min.
		19	Graduar cuchilla	0.31	0.29	0.31	0.27	0.25	0.28	0.32	0.26	0.27	0.29	0.33	0.29	0.31	0.30	0.26	0.27	0.29	0.27	0.30	0.26	0.29	0.29	0.29 Min.
		20	Ajustar pernos de eslotador	0.08	0.08	0.09	0.10	0.08	0.09	0.07	0.07	0.11	0.07	0.10	0.13	0.07	0.08	0.09	0.08	0.08	0.11	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09 Min.
		21	Graduar cortadora	0.31	0.33	0.27	0.32	0.30	0.31	0.27	0.25	0.28	0.30	0.26	0.29	0.33	0.29	0.31	0.28	0.32	0.26	0.27	0.31	0.29	0.29	0.29 Min.
		22	Graduar altura de lámina	0.28	0.32	0.33	0.28	0.29	0.31	0.26	0.29	0.33	0.29	0.31	0.28	0.28	0.32	0.26	0.27	0.29	0.30	0.26	0.29	0.29	0.29	0.29 Min.
Cuerpo Impresor	Cambio de clisé	23	Buscar Clisé	0.10	0.13	0.09	0.11	0.08	0.11	0.08	0.09	0.14	0.08	0.09	0.08	0.11	0.12							0.10	0.10 Min.	
		24	Separar clisé requerido	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05							0.05	0.05 Min.
		25	Sacar clisé del tambor	0.85	1.08	1.04	1.03	1.16	1.19	0.99	0.86	0.84	1.18	1.03	1.05	0.91	1.05	0.92							1.01	1.01 Min.
		26	Colocar clisé en el tambor	1.21	1.12	1.13	1.05	1.15	1.12	1.04	1.10	1.11	1.17	1.05	1.13	1.21	1.02	1.08							1.11	1.11 Min.
		27	Graduar tambor con clisé montado	2.20	2.24	2.06	2.08	2.21	2.09	2.29	2.20	2.25	2.20	2.02	2.10	2.12	2.20	2.24							2.17	2.17 Min.
		28	Ajustar clisé al tambor	0.65	0.60	0.62	0.58	0.59	0.66	0.58	0.57	0.54	0.66	0.58	0.64	0.56	0.55	0.61							0.60	0.60 Min.
	29	Lavar clisé desmontado	1.25	1.29	1.40	1.33	1.22	1.30	1.39	1.31	1.41	1.34	1.27	1.35	1.40	1.46	1.25							1.33	1.33 Min.	
	30	Guardar clisé desmontado	0.66	0.65	0.67	0.71	0.69	0.66	0.72	0.69	0.73	0.70	0.74	0.69	0.71	0.68	0.71							0.69	0.69 Min.	
	31	Buscar tinta	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12	0.15	0.12											0.12	0.12 Min.	
	32	Separar tinta requerida	0.20	0.19	0.22	0.18	0.20	0.17	0.16	0.19	0.20	0.22												0.19	0.19 Min.	
	33	Sacar sobrante de tinta	5.42	5.35	5.32	5.37	5.52	5.51	5.70	5.31	5.58	5.72												5.48	5.48 Min.	
	34	Limpiar canal de tinta	2.80	2.94	2.76	2.92	2.87	2.92	2.97	2.96	2.93	2.91												2.90	2.90 Min.	
	35	Colocar tinta	2.72	2.60	2.65	2.64	2.68	2.72	2.71	2.75	2.85	2.71												2.70	2.70 Min.	
	36	Abastecer de tinta al sistema	1.20	1.10	1.19	1.18	1.16	1.15	1.21	1.12	1.15	1.18												1.16	1.16 Min.	
Cuerpo Troquelador	Cambio de troquel	37	Buscar herramienta para cambio de troquel	0.20	0.25	0.22	0.28	0.24	0.18	0.18	0.22													0.22	0.22 Min.	
		38	Alojar pernos del troquel	1.25	1.31	1.29	1.33	1.32	1.38	1.38	1.23														1.31	1.31 Min.
		39	Desmontar troquel	7.92	7.83	7.83	8.03	7.76	8.03	7.97	7.81														7.90	7.90 Min.
		40	Guardar troquel desmontado	2.42	2.33	2.55	2.72	2.53	2.39	2.42	2.55														2.49	2.49 Min.
		41	Buscar troquel para montaje	0.18	0.18	0.19	0.20	0.17	0.16	0.19	0.18														0.18	0.18 Min.
		42	Montar troquel	8.09	8.32	8.13	7.98	8.27	8.26	8.25	7.91														8.15	8.15 Min.
		43	Colocar pernos	1.39	1.35	1.41	1.37	1.38	1.34	1.32	1.28														1.35	1.35 Min.
		44	Graduar troquel	2.72	2.56	2.67	2.84	2.84	2.55	2.73	2.66														2.70	2.70 Min.
Puente de la máquina	Calibración de puente de máquina	45	Ajustar pernos del troquel	1.01	0.94	0.99	0.94	0.86	0.92	0.93	0.93													0.94	0.94 Min.	
		46	Guardar herramientas	1.45	1.41	1.46	1.57	1.39	1.42	1.53	1.52														1.47	1.47 Min.
		47	Buscar herramienta para calibración de puente	0.10	0.08	0.11	0.10	0.09	0.11	0.07	0.09	0.09	0.08	0.12	0.08	0.07	0.09	0.07	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.10	0.09	0.09 Min.
		48	Alinear puente doblador	0.23	0.26	0.24	0.23	0.24	0.25	0.24	0.26	0.28	0.24	0.26	0.29	0.23	0.31	0.24	0.24	0.29	0.23	0.27	0.26	0.25	0.25	0.25 Min.
		49	Calibrar puente	0.40	0.38	0.50	0.45	0.40	0.42	0.40	0.42	0.45	0.45	0.39	0.43	0.37	0.44	0.42	0.38	0.47	0.38	0.48	0.39	0.42	0.42	0.42 Min.
		50	Regular velocidad	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.12	0.14	0.15	0.13	0.14	0.12	0.11	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13 Min.
		51	Verificar pegamento	0.18	0.21	0.18	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.18	0.20	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19 Min.
		52	Alojar pernos del cuadrador	0.12	0.12	0.16	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.11	0.12	0.12	0.15	0.13	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13 Min.
		53	Graduar el cuadrador	0.35	0.34	0.31	0.38	0.34	0.30	0.32	0.33	0.35	0.36	0.31	0.29	0.27	0.28	0.34	0.28	0.30	0.23	0.27	0.32	0.31	0.31	0.31 Min.
		54	Graduar topes	0.24	0.24	0.27	0.24	0.27	0.22	0.26	0.27	0.25	0.27	0.22	0.27	0.24	0.28	0.23	0.27	0.28	0.26	0.25	0.27	0.25	0.25	0.25 Min.
55	Alinear pisadores	0.20	0.21	0.19	0.20	0.20	0.23	0.23	0.20	0.20	0.21	0.22	0.21	0.23	0.21	0.21	0.24	0.20	0.21	0.22	0.20	0.21	0.21	0.21 Min.		
56	Ajustar pernos del cuadrador	0.11	0.12	0.15	0.14	0.14	0.13	0.14	0.12	0.13	0.15															

REGISTRO DE PRODUCTO EN PROCESO POR ZONA

Fecha: _____
 Operador: _____

Turno: _____
 Supervisor: _____

Dato	Fila Z3 - 001		Fila Z3 - 002		Fila Z3 - 003		Fila Z3 - 004			
	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material	No. Pedido	No. Material		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Elaborado por: _____

Revisado por: _____

Aprobado por: _____

BIBLIOGRAFÍA

1. HERNANDEZ S. ROBERTO, Metodología de la investigación, Editorial Mc Grawn Hill. 1998.
2. ELWOOD S. BUFFA, Administración de la producción y de las operaciones, Editorial Limusa.
3. WILLIAM K. HODSON, Maynard "Manual del Ingeniero Industrial", Cuarta Edición Tomo 1. Editorial Mc Grawn Hill.
4. NIEBEL BENJAMIN, Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos, novena edición. Alfaomega.
5. EDYPE, Ediciones y Publicaciones Ecuatorianas "Código del trabajo".
6. ABAD M. JORGE, Folleto de Producción II. 2003.