



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
PRODUCCIÓN EN LAS ÁREAS DE PRE PRENSA, PRODUCCIÓN Y
BODEGA EN LA EMPRESA COLOR FAST S.A.**

Ingrid Lucrecia Buch Gómez

Asesorado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León de León

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
PRODUCCIÓN EN LAS ÁREAS DE PRE PRENSA, PRODUCCIÓN Y
BODEGA EN LA EMPRESA COLOR FAST S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGRID LUCRECIA BUCH GÓMEZ

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN LAS ÁREAS DE PRE PRENSA, PRODUCCIÓN Y BODEGA EN LA EMPRESA COLOR FAST S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha septiembre de 2004.

Ingrid Lucrecia Buch Gómez

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser mi roca y mi fortaleza, no permitiendo que mi carne y mi corazón desfallezcan en el tortuoso camino de la vida, guardándome como la niña de sus ojos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser la lumbrera de mí camino y brindarme inteligencia y conocimiento.
Mis padres	Por sus enseñanzas y apoyo.
Mis hermanos	Anabella, Linda, Julia y Elías, por su solidaridad y ayuda.
Ing. Teddy Lemcke	Por la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en la empresa que dirige, asistiéndome en el desarrollo y ejecución del mismo.
Mis amigos	Sixto, Duncan, Atila, Herbert, Ian, Viggo, Esteban, Xuxa, Willy, Nikita, Orlando, Mark, Hayden, Vincenzo, Diana, Paula, Elrond, Álvaro, James, Edsa, Fidelidad, Rupert, Guillermo, Igor, Morgan, Rinat, Cusi, por su leal e incondicional amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Estructura organizacional	2
1.3. Descripción de los productos.....	6
1.4. Descripción de los insumos	7
1.5. Ubicación	8
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Serigrafía	11
2.1.1. Definición de serigrafía.....	11
2.1.2. Reseña histórica de la serigrafía	11
2.1.3. Características y elementos	13
2.1.4. Procesos	19
2.1.4.1. Artes	20
2.1.4.2. Grabado	20
2.1.4.3. Recuperación	20
2.1.4.4. Impresión.....	20

2.2.	Control de la producción.....	21
2.2.1.	Pronósticos de producción.....	21
2.2.1.1.	Modelos con curvas estables.....	22
2.2.1.2.	Modelos con curvas ascendentes-descendentes	24
2.2.1.3.	Modelos de curvas cíclicas	25
2.2.1.4.	Modelos de curvas combinadas.....	25
2.2.1.5.	Modelos de franja simulada	26
2.2.2.	Planificación de la producción.....	27
2.2.3.	Manejo de materiales.....	27
2.2.3.1.	Definición de inventarios	27
2.2.3.2.	Clases de inventarios.....	27
2.2.3.3.	Rotación de inventarios.....	28
2.2.4.	Programación de producción	29
2.3.	Condiciones ambientales de trabajo.....	29
2.3.1.	Ruido	29
2.3.1.1.	Tipos de ruido	29
2.3.1.2.	Decibel (dB)	30
2.3.1.3.	Factores que influyen en la exposición al ruido	31
2.3.1.4.	Efectos del ruido en la salud de las personas....	32
2.3.1.5.	Valores permisibles de ruido según la legislación internacional.....	33
2.3.1.6.	Instrumentos de medición	34
2.3.2.	Iluminación.....	34
2.3.2.1.	Definiciones importantes.....	35
2.3.3.	Ventilación	37
2.3.4.	Calor y humedad.....	39
2.3.4.1.	Calor	39

2.3.4.2.	Humedad.....	39
2.3.5.	Aspectos laborales.....	40
2.3.6.	Ergonomía.....	40
2.4.	Condiciones y actos inseguros de trabajo	41
2.4.1.	Condiciones inseguras de trabajo	42
2.4.2.	Actos inseguros.....	43
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	45
3.1.	FODA.....	45
3.1.1.	Fortalezas	45
3.1.2.	Oportunidades.....	46
3.1.3.	Debilidades	46
3.1.4.	Amenazas	47
3.1.5.	Matriz FODA	47
3.2.	Descripción de las áreas a analizar	48
3.2.1.	Pre-producción.....	48
3.2.2.	Producción	58
3.2.2.1.	Área de inspección.....	58
3.2.2.2.	Desmanche y retoque	59
3.2.2.3.	<i>Transfer</i>	61
3.3.	Proceso de producción	62
3.3.1.	Estudio de tiempos.....	62
3.3.1.1.	Estudio cronométrico de tiempos	62
3.3.1.2.	Tiempos estándar.....	63
3.3.2.	Diagrama de operaciones	68
3.3.3.	Diagrama de flujo	78
3.3.4.	Diagrama hombre-máquina.....	86
3.3.5.	Balance de línea.....	95
3.3.6.	Diagrama de recorrido.....	102

3.3.7.	Distribución de planta	105
3.3.8.	Tiempos muertos	107
3.3.8.1.	Diagrama de Pareto	107
3.3.9.	Diagrama causa-efecto	109
3.4.	Control de producción	110
3.4.1.	Pronósticos de producción.....	111
3.4.2.	Planificación de la producción.....	112
3.4.3.	Programación de la producción	113
3.5.	Manejo de materiales	114
3.5.1.	Pre-producción.....	115
3.5.2.	Producción	116
3.6.	Condiciones ambientales de trabajo	117
3.6.1.	Ruido	121
3.6.2.	Iluminación.....	129
3.6.3.	Ventilación	144
3.6.4.	Calor y humedad.....	149
3.6.5.	Aspectos laborales.....	152
3.6.6.	Ergonomía	154
3.7.	Condiciones inseguras de trabajo	155
3.7.1.	Condiciones inseguras.....	156
3.7.2.	Actos inseguros	156
4.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	157
4.1.	Diseño de sistema de control de producción	157
4.1.1.	Procesos del sistema de control de producción.....	157
4.1.2.	Funciones del sistema de control de producción	160
4.1.3.	Procesos del sistema de producción	161
4.2.	Implementación	163

4.2.1.	Documentación	163
4.2.2.	Diagramas de operaciones propuestos	172
4.2.3.	Diagramas de flujo propuestos.....	177
4.2.4.	Diagrama hombre-máquina propuesto.....	182
4.2.5.	Diagramas de recorrido propuestos	182
4.2.6.	Distribución de planta propuesta.....	185
4.3.	Control de producción.....	186
4.3.1.	Pronósticos de producción	186
4.3.1.1.	Modelos con curvas estables	189
4.3.1.2.	Modelos con curvas ascendentes- descendientes	194
4.3.1.3.	Modelos de franja simulada.....	196
4.3.2.	Planificación de la producción.....	198
4.3.2.1.	Capacidad de producción.....	198
4.3.2.2.	Planificación	213
4.3.2.2.1.	Procedimiento de planificación....	213
4.3.2.2.2.	Programa básico	213
4.3.3.	Programación de la producción.....	214
4.3.3.1.	Capacidad instalada	214
4.3.3.2.	Programación por pedidos	214
4.3.3.2.1.	Eficiencias	214
4.3.3.2.2.	Diagrama de Gantt.....	214
4.4.	Control de inventarios	215
4.4.1.	Descripción de productos.....	215
4.4.2.	Inventario mínimo de cada producto	216
4.5.	Costos.....	219

5.	CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO	221
5.1.	Propuestas de mejora a las condiciones ambientales de trabajo en las áreas de pre-producción y producción	221
6.	CONDICIONES INSEGURAS DE TRABAJO	223
6.1.	Propuestas de mejora a las condiciones inseguras de trabajo en las áreas de pre-producción y producción	223
6.2.	Propuestas de mejora a los actos inseguros en las áreas de pre-producción y producción.....	225
	CONCLUSIONES.....	227
	RECOMENDACIONES	229
	BIBLIOGRAFÍA.....	231
	APÉNDICES	233
	ANEXOS.....	239

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa	3
2.	Plano de Color Fast	9
3.	Mapa de la ubicación de Color Fast.....	9
4.	Fotografía de los diámetros de la malla	15
5.	Fotografía de marco estático, de estirar y pegar (<i>stretch-and-glue</i>)	17
6.	Fotografía de marco retensionable	18
7.	Fotografía de marco de madera.....	19
8.	Gráfica del pronóstico de una serie de datos.....	21
9.	Gráfica de la familia de curvas estables.....	22
10.	Gráfica de familia de curvas ascendentes	24
11.	Gráfica de familias cíclicas.....	25
12.	Gráfica de familia de curvas combinadas	26
13.	Condiciones inseguras de trabajo.....	42
14.	Área administrativa	50
15.	Área de pre-prensa	51
16.	Flujograma de actividades pre-prensa.....	52
17.	Emulsionado de pantalla.....	53
18.	Calculador de revelado Ulano.....	55
19.	Revelado de pantalla	55
20.	Recuperación de pantallas.....	56
21.	Mesa de recepción de pieza	59
22.	Mesa de desmanche.....	60
23.	Mesa de retoque	61
24.	Diagrama de operaciones de las pantallas	69

25.	Diagrama de operaciones <i>transfer</i>	72
26.	Diagrama de operaciones <i>glitter</i>	74
27.	Diagrama de operaciones impresión máquina automática y manual	77
28.	Diagrama de flujo de operaciones de las pantallas	80
29.	Diagrama de flujo de operaciones <i>transfer</i>	82
30.	Diagrama de flujo de operaciones <i>glitter</i>	83
31.	Diagrama de flujo de operaciones de impresión.....	85
32.	Diagrama hombre-máquina de un operario y una máquina.....	87
33.	Costos de diagrama hombre-máquina de un operario y 1 máquina	91
34.	Diagrama hombre-máquina de un operario y 2 máquinas.....	92
35.	Diagrama hombre-máquina de un operario y 2 máquinas.....	95
36.	Diagrama de recorrido pre-prensa.....	103
37.	Diagrama de recorrido <i>transfer</i>	103
38.	Diagrama de recorrido <i>glitter</i>	104
39.	Diagrama de recorrido serigrafía automática y manual	104
40.	Distribución de planta	106
41.	Formato de control de tiempos no productivos.....	107
42.	Gráfica de tiempos no productivos 1	108
43.	Gráfica de tiempos no productivos 2	109
44.	Diagrama Causa-Efecto	110
45.	Envíos de producción	112
46.	Cuadro de la programación Color Fast A	113
47.	Cuadro de la programación Color Fast B	114
48.	Depreciación suciedad superficie de ambiente	136
49.	Depreciación por suciedad luminaria.....	137
50.	Cavidades del método de Cavidad Zonal	138
51.	Reflectancia efectiva de cavidad del cielo	139
52.	Coeficientes de utilización para reflectancia de pared 70%.....	141
53.	Factor de corrección para reflectancia de cavidad de piso 30%.....	142

54.	Proceso 1	158
55.	Proceso 2.....	159
56.	Proceso 3.....	159
57.	Proceso 4.....	160
58.	Proceso A	161
59.	Proceso B	162
60.	Proceso C	162
61.	Proceso D	163
62.	Hoja técnica	164
63.	Diagrama de operaciones mejorado pre-prensa.....	173
64.	Diagrama de operaciones mejorado <i>transfer</i>	174
65.	Diagrama de operaciones mejorado <i>glitter</i>	175
66.	Diagrama de operaciones mejorado serigrafía	176
67.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado pre-prensa	178
68.	Diagrama de flujo mejorado <i>transfer</i>	179
69.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado <i>glitter</i>	180
70.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado serigrafía.....	181
71.	Diagrama de recorrido mejorado pre-prensa	183
72.	Diagrama de recorrido mejorado <i>transfer</i>	183
73.	Diagrama de recorrido mejorado <i>glitter</i>	184
74.	Diagrama de recorrido mejorado serigrafía.....	184
75.	Distribución de planta mejorada.....	185
76.	Ventas de producción	188
77.	Foto de máquina semiautomática SP3000	199
78.	Foto de marco retensionable <i>Newman</i>	199
79.	Formato control de producción por hora	200
80.	Formato de pre-prensa área 1	202
81.	Formato de pre-prensa área 2	203
82.	Formato de pre-prensa área 3	203

83.	Diagrama de Pareto de actividades en pre-prensa	205
84.	Gráfica de porcentaje de actividades en pre-prensa	205
85.	Formato de control de producción <i>transfer</i>	206
86.	Formato de reporte diario de producción.....	208
87.	Formato de control de reproceso.....	209
88.	Formato de control de materiales de bodega de materiales.....	216

TABLAS

I.	Lista de tintas.....	7
II.	Acontecimientos relevantes en la historia de la serigrafía	12
III.	Numeración de las sedas sintéticas	13
IV.	Intensidades de ruidos en dB	30
V.	Valores límites permisibles para ruido continuo según ACGIH 1996.....	33
VI.	Matriz FODA.....	47
VII.	Formato de toma de tiempos.....	63
VIII.	Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares	64
IX.	Datos cronometrados producción automática	65
X.	Tiempo estándar producción automática.....	66
XI.	Tiempo estándar área de transfer.....	67
XII.	Concesiones para tiempo estándar área de <i>transfer</i>	89
XIII.	Datos del balance de línea máquina automática	100
XIV.	Datos balance de línea máquina manual.....	100
XV.	Datos balance de línea transfer	101
XVI.	Cuadro de comparación entre el balance realizado y el estado actual de producción	101
XVII.	Lista de cotejo condiciones ambientales de trabajo.....	117
XVIII.	Cuadro de medición de ruido producción	122

XIX.	Cuadro del cálculo de nivel de ruido continuo equivalente en producción	124
XX.	Cuadro de medición de ruido en pre-prensa.....	125
XXI.	Cuadro de cálculo de nivel de ruido continuo equivalente en pre-prensa.....	126
XXII.	Cuadro de medición de ruido intermitente en pre-prensa	128
XXIII.	Lista de cotejo iluminación	129
XXIV.	Cuadro de factores de peso.....	132
XXV.	Nivel de Iluminancia en Lux	133
XXVI.	Categorías de Iluminancia según tarea.....	134
XXVII.	Cuadro de reflectancias	135
XXVIII.	Cuadro de datos ventilación producción	145
XXIX.	Número de Renovaciones de locales por hora	147
XXX.	Cuadro de datos ventilación bodega.....	148
XXXI.	Cuadro de temperatura área de producción	150
XXXII.	Cuadro de humedad relativa área de producción	151
XXXIII.	Jornadas de trabajo	152
XXXIV.	Lista de formatos.....	165
XXXV.	Lista de instructivos.....	166
XXXVI.	Ventas de producción	187
XXXVII.	Método último período	189
XXXVIII.	Método promedio aritmético.....	190
XXXIX.	Método promedio móvil.....	190
XL.	Promedio móvil ponderado	191
XLI.	Promedio Móvil ponderada exponencial	192
XLII.	Resultado de promedio móvil ponderado exponencial segundo caso	193
XLIII.	Cuadro resumen de los resultados de familias de demanda estable	193

XLIV.	Modelos curvas ascendentes-descendentes.....	194
XLV.	Resultados de pronósticos de curvas ascendentes.....	195
XLVI.	Cuadro resumen de resultados de curvas ascendentes.....	196
XLVII.	Resultados franja simulada	197
XLVIII.	Cuadro comparativo de familias de pronósticos	197
XLIX.	Cuadro de la capacidad de producción	201
L.	Cuadro de producción del área de pre-prensa	204
LI.	Cuadro de la capacidad de producción de transfer	207
LII.	Cuadro de porcentajes de retoque en máquina automática	210
LIII.	Cuadro de porcentajes de desmanche en máquinas manuales	211
LIV.	Cuadro de porcentajes de retoque en máquina manual.....	212
LV.	Cuadro de porcentajes de desmanche en máquina manual.....	212
LVI.	Materiales usados en empresa de serigrafía.....	215
LVII.	Cuadro de <i>stock</i> mínimo de materiales	218

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
db	Decibeles
E	Eficiencia
M	Máquina manual
N	Número de operarios
A	Máquina automática
TS	Tiempo estándar
TSP	Tiempo estándar permitido

GLOSARIO

Balance de línea	Conjunto de procedimientos utilizados para determinar el número ideal de operarios a asignar a una línea de producción.
Concesiones	Tolerancias permitidas a los operarios debido a demoras personales, fatiga y retrasos inevitables.
Cronómetro	Aparato movido regularmente por un mecanismo de relojería que puede ponerse en marcha o pararse a voluntad de quien lo usa.
Desengrasante	Limpiador especial utilizado para retirar el aceite y el polvo de la malla.
Diagrama de Flujo	Representación gráfica de todas las operaciones, transportes, retrasos y almacenamiento, que tienen lugar durante un proceso.
Diagrama de Recorrido	Es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transporte, inspecciones, retrasos almacenajes que tienen lugar durante el proceso.

Diagrama hombre-máquina	Diagrama que muestra la relación de tiempo entre el ciclo de trabajo de una persona y el de la máquina.
Eficiencia	Relación entre actuación real y actuación estándar.
Eficacia	Obtención de resultados sin medir los medios para alcanzarlos.
Esténcil	Termino usado para el marco expuesto con áreas abiertas para que la tinta pueda pasar.
Estructura de la organización	Disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.
Formato de registro	Documento estándar que se utiliza para recopilar información que se requiere de un proceso o servicio.
Inspección	Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo / prueba o comparación con patrones.
Lavado de emulsión	Uso de agua a alta presión para lavar las áreas suaves de la emulsión en un marco expuesto.

Luz ultravioleta	Energía de luz en el área azul del espectro que es utilizada para exponer las emulsiones y películas foto sensitivas.
Marco	Marco de madera o de metal en que la seda es tensada.
Método continuo	Método en el que una vez se arranca el reloj, permanece funcionando durante el estudio, haciendo lecturas progresivas. El tiempo de cada elemento se obtiene restando la lectura anterior a la lectura siguiente
Pantone	Sistema internacional de estandarización de pinturas.
Plastisol	Dispersión equilibrada de ingredientes sólidos (resina de cloruro de polivinilo –PVC) en ingredientes líquidos (plastificadores).
Positivo	Cualquier diseño dibujado sobre la película transparente que puede ser utilizado para revelar una pantalla.
Procedimiento	Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.
Proceso	Secuencia de actividades que deben ser realizadas para suplir o producir un servicio.

Recuperar marcos	Retirar la tinta y la emulsión de la seda del marco para que pueda ser otra vez cubierta con la emulsión.
Registro	Un documento que suministra evidencia objetiva de las actividades efectuadas o de los resultados alcanzados.
Reproceso	Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.
Revelar	Exponer una pantalla cubierta con la emulsión foto sensitiva a la luz ultravioleta para que la emulsión se endurezca y forme un estencil. Consiste en transferir las imágenes de arte de los positivos a las pantallas.
Seda	Es el tejido sintético o metálico, muy fino y resistente, que estirado y adherido al marco permite el paso de las tintas serigráficas.
Serigrafía	Procedimiento de impresión que consiste en trasladar el dibujo que se desea reproducir sobre una matriz constituida por tejido muy fino, seda, hilos de metal, etc., mediante un barniz especial, de manera que las mallas de la tela estén obturadas en las zonas que no deben imprimirse y abiertas en las partes del dibujo que debe reproducirse.

Sistema de exposición de marcos	Sistema para revelar las pantallas emulsionadas que contienen una fuente de luz ultravioleta.
Sublimadora	Máquina usada para transferir calcomanías sobre tela, aplicando presión y temperatura.
Tiempo cronometrado	Tiempo promedio obtenido al usar un cronómetro cuando se realiza el estudio de tiempos.
<i>Transfer</i>	Un diseño que es trasladado de un papel a una prenda (de vestir) usando la aplicación de calor.
Vuelta a cero	Método que proporciona directamente el tiempo de duración de cada elemento que se estudia.

RESUMEN

Debido a que la empresa es nueva en el mercado de trabajo de serigrafía, no cuenta con todas las herramientas de ayuda al control de producción como diagramas de flujo, diagrama de operaciones, diagrama de recorrido, etc. El trabajo de EPS inició con la toma de tiempos cronometrados haciendo uso de las técnicas de vuelta a cero y tiempo continuo obteniéndose los tiempos estándares para diseñar los diagramas de proceso, flujo, hombre-máquina, balance de línea, tiempos muertos, que posteriormente fueron usados para determinar la capacidad de producción.

Simultáneamente se fueron observando las relaciones de mando de la empresa con lo cual se determinó la estructura organizacional, que se plasmó en el organigrama de la empresa, se redactó la misión, la visión y se dieron las estrategias para su cumplimiento, haciendo uso de un FODA.

Para realizar el análisis de la situación actual se usaron las herramientas habituales de ingeniería como: diagramas de operaciones y de flujo, balance de línea, diagrama de recorrido, diagrama hombre-máquina, distribución de planta y el auxilio de la estadística descriptiva para procesar los datos.

En el análisis de las condiciones ambientales de trabajo se hicieron estudios de niveles de ruido, iluminación, ventilación, calor y humedad, aspectos laborales y ergonomía, empleándose listas de cotejo e instrumentos de medición como sonómetro y anemómetro.

Se diseñó el sistema de control de producción, identificando los procesos y las funciones del mismo. Los procesos incluyen: pronósticos, planificación, programación, inventarios de insumos. Lo mismo se hizo con el sub-sistema producción obteniéndose los siguientes procesos: preparación de pantallas, serigrafía de piezas, reproceso, control de flujo de piezas.

La fase de implementación abarcó los siguientes pasos:

Documentación donde se incluyen formatos, instructivos, hojas técnicas, etc. Usados como base para el funcionamiento del sistema. Mejora a los diagramas de operaciones, flujo, hombre-máquina, recorrido, distribución de planta. Control de producción incluyendo los pronósticos, la planificación y la programación, esto fue llevado en hojas electrónicas (Excel). En el inventario de insumos se determinó el *stock* mínimo de cada uno de los materiales utilizados para realizar la producción.

Se dieron las propuestas de mejora para las condiciones ambientales de trabajo y para las condiciones inseguras y actos inseguros, según lo observado en el apartado de la situación actual.

Para el proceso de pronósticos, se recabó la información de ventas usando una hoja electrónica para procesar los datos. Se hizo un programa de pronósticos, para facilitar la detección del comportamiento de dichas ventas, aplicando los modelos de pronósticos de las familias de curvas estables y los modelos de las familias ascendentes-descendentes.

Se capacitó al personal de pre-prensa y producción en el manejo de los nuevos formatos implementados, para dar el seguimiento al sistema de control de la producción.

OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar un sistema de control de producción que contribuya a un mejor manejo de las actividades relacionadas con la producción, como pre-producción y bodega, de manera que se cumpla con los pedidos de los clientes en el tiempo estipulado. Así mismo, proponer mejoras con respecto a las condiciones inseguras y ambientales de trabajo.

Específicos

1. Determinar el comportamiento de las ventas de los períodos anteriores.
2. Realizar un programa de pronósticos en hoja electrónica.
3. Mediante el uso de pronósticos de producción, realizar la planificación y programación de las actividades de la empresa.
4. Determinar el nivel mínimo de inventario de los materiales usados para producción.
5. Determinar y proponer mejoras a las actuales condiciones ambientales de trabajo.
6. Determinar y proponer mejoras a las actuales condiciones inseguras ambientales de trabajo.

7. Capacitar al personal en la ejecución de procedimientos propuestos.

INTRODUCCIÓN

Color Fast es una empresa nueva que se dedica al antiguo arte de la impresión conocido con el nombre de serigrafía, desde su fundación en febrero del 2002, ha incorporado efectos especiales como *puff*, *glitter*, *caviar*, tintas reflectivas, alta densidad (*high density*), gel, además se ha extendido a otras aplicaciones como *heat transfer*, *foil* (acabados metálicos), *super dye* (teñido artístico de textiles).

Debido al continuo crecimiento de la industria serigráfica, no sólo a nivel mundial sino local (área de América Central) la empresa Color Fast necesita hacerse más eficiente para ser más competitiva y crecer en su ramo. Es por ello que con el propósito de contribuir a la mejora de esta empresa se abordó el estudio de diseño de un sistema de control de producción.

Inicialmente se hace la descripción de la empresa, mencionando entre otros datos, su fecha de fundación, estructura organizacional, breve descripción de los productos e insumos que posee.

En vista de que el conocimiento sobre el proceso serigráfico no es habitual, en el segundo capítulo se indican los principales fundamentos, tales como definiciones y descripciones de los principales procesos involucrados, así mismo se incluyen otros temas como ruido, iluminación, actos inseguros, etc., que ayudarán a la mejor comprensión de este trabajo.

En el tercer capítulo, se hace un análisis de la situación actual de la empresa, auxiliándose de técnicas de ingeniería de métodos tales como estudio de tiempos, diagramas de procesos, diagramas de recorrido, balance de línea, cálculos de iluminación y ruido, con el fin de detectar la existencia necesidades que ameriten retroalimentación o mejora.

El cuarto capítulo contiene todas las mejoras e implementación del sistema de control de producción propuesto, primeramente se indican los procesos involucrados en el sistema, para continuar con la documentación necesaria para implementar el sistema. Esta documentación está constituida por las hojas técnicas de los clientes, los formatos e instructivos de trabajo. La segunda parte incluye la implementación del sistema, se indican los formatos y determinación de la capacidad de producción de cada área de la empresa, los pronósticos de producción, el manejo de materiales de la bodega de insumos.

En el quinto capítulo se mencionan las propuestas de mejoras a las condiciones ambientales de trabajo analizadas en el capítulo tres. En el sexto capítulo se realizaron propuestas a las condiciones inseguras de trabajo.

Así mismo se indican las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos, se adjuntan apéndices y anexos que complementan el trabajo realizado.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. Reseña Histórica

Color Fast es una empresa dedicada a la industria Textil, en el ramo de los acabados y efectos especiales de serigrafía, fundada el 25 de febrero de 2002, inició sus operaciones prestando servicios muy especializados como aplicación de *glitter blast* (brillantinas), *super dye* (tintes artísticos), siendo estas técnicas exclusivas de Color Fast, *heat transfer*, *rinestones* y Serigrafía Manual.

Debido a la demanda en crecimiento, en agosto de 2002, la junta directiva tomo la decisión de comprar una máquina automática para serigrafía, seleccionando *la MHM Synchronprint 3000 10/14* de origen austriaco, esta goza de reconocimiento mundial y se considera la mejor máquina automática para serigrafía del mundo.

La máquina automática se instaló en diciembre de 2002 y con la misma, se ampliaron los servicios que Color Fast brindaba, además que su capacidad de producción creció considerablemente.

En el 2004 se adquirió otra máquina más, una de 16 brazos, con lo que se pudo dar el servicio a otros clientes y aumentar el volumen de producción de piezas.

1.2. Estructura organizacional

La empresa presenta una estructura organizativa de tipo funcional, separada por áreas de trabajo como Gerencia, Contabilidad, Producción, bodega.

Ventajas

- ⓐ Reduce la duplicación de equipo y esfuerzo
- ⓐ Tiende a ser eficiente al acumular personas especializadas
- ⓐ Es razonablemente flexible al crecimiento y a la expansión, tanto geográfica, como por productos y clientes
- ⓐ Reflejo lógico de las funciones
- ⓐ Se simplifica la capacitación
- ⓐ Puede razonablemente coordinarse las distintas funciones

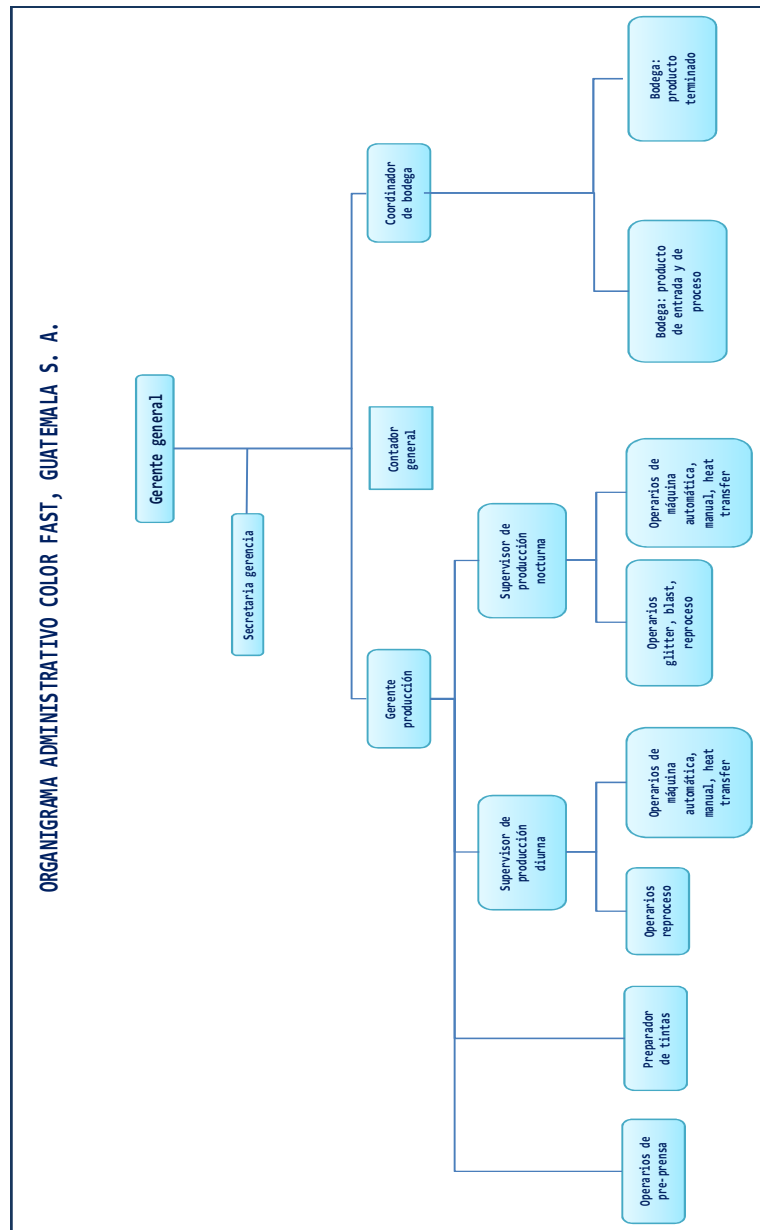
Desventajas

- ⓐ Se resta énfasis a los objetivos generales de la organización
- ⓐ Se reduce la coordinación entre funciones
- ⓐ Lenta adaptación a nuevas condiciones
- ⓐ El punto de vista del personal clave se sobreespecializa y se estrecha
- ⓐ No facilita la rotación interna y limita las posibilidades de enriquecimiento profesional de las personas
- ⓐ Riesgo de producir excesiva burocratización

El organigrama usado para representar la anterior estructura es de tipo vertical, donde cada puesto subordinado a otro se representa por cuadros en un nivel inferior, unido por líneas que representan la comunicación de responsabilidad y autoridad. Los niveles jerárquicos están definidos en orden

gradual descendente, reduciéndose la toma de decisión cuanto más bajo es el nivel. En la figura 1 se presenta el organigrama respectivo.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la descripción de los puestos:

🕒 Gerente general

Encargado de administrar los recursos de la empresa, siendo estos recurso humano, insumos, materiales, máquinas, finanzas. Tiene bajo su responsabilidad la producción, las finanzas, la expansión de los servicios a otros clientes.

🕒 Secretaria de gerencia

Facultado para controlar la asistencia del personal, responsable de la realización de las planillas de pago y todo lo referente a la redacción de documentos necesarios para la gerencia general.

🕒 Gerente de producción

Es el responsable del cumplimiento de las órdenes de producción, mantenimiento de las máquinas, verificación de la ejecución de las muestras que son enviadas a los clientes, el abastecimiento de los insumos requeridos para la producción.

🕒 Supervisor de producción diurna

Garante del cumplimiento de la orden de producción así como la asignación de los operarios que manipulan las diferentes máquinas, tiene bajo su cargo a los operarios de máquina automática, manual, planchas para *transfer*, personal de reproceso.

🕒 Supervisor de producción nocturna

Sus funciones son iguales a las descritas para el supervisor de la jornada diurna con la variante de la jornada.

👤 Coordinador de bodega

Encargado de mantener el control del material del cliente desde la entrada hasta la entrega del material, coordina con sus subalternos el abastecimiento de las piezas a las máquinas de acuerdo al requerimiento de los clientes, verificando el orden durante todo el proceso.

👤 Contador general

Encargado de mantener la contabilidad de la empresa, pago a los proveedores, control de las exportaciones e importaciones.

Misión¹

Ofrecer un servicio serigráfico que satisfaga las especificaciones del cliente a través de la utilización de materiales de la mejor calidad que cumpla con los más altos estándares a nivel mundial, cumplir con los requisitos técnicos adquiriendo el equipo que cumpla con la cantidad y calidad de producción requerida, entregando el producto de acuerdo a la programación del cliente.

Visión

Ser líder en la industria serigráfica, en la creación de efectos especiales, gracias a sus técnicas exclusivas de *glitter blast* y *dye*, estar a la vanguardia en las técnicas de impresión serigráfica, de manera que se cumpla con las expectativas de los clientes en cuanto a calidad, precio y rapidez.

¹ La visión y la misión son un aporte de parte de la epesista, en vista que la empresa carecía de dichos elementos.

1.3. Descripción de los productos

Entre los principales servicios que ofrece Color Fast están los siguientes:

- ④ Estampado de prendas de vestir, 1 a 10 colores
Utilizando la máquina automática de 14 brazos es posible obtener diseños que tengan 10 colores. Los diseños son aportados por los clientes así como las características requeridas por los mismos.
- ④ Impresión con tintas Plastisol y Base de Agua
Se utilizan plastisoles o tintas a base de agua dependiendo del requerimiento de los clientes.
- ④ Efectos especiales
Los efectos especiales se hacen al agregar aditivos a la tinta base de agua, también usando tintas de diferentes características como la tinta *Puff* que da una textura de alto relieve. Además se utiliza *glitter* para que la prenda se vea brillante, *high density* que le da altura al diseño.
- ④ Aplicación de *heat transfer*
Se transfiere el diseño por medio de calor, utilizando una plancha (sublimadora) y los *transfer* proporcionados por el cliente. Dependiendo de las características del *transfer*, así son las condiciones de presión, temperatura, y tiempo a aplicar.
- ④ Aplicación de *foil* (acabados metálicos)
Se aplica al diseño serigrafiado una lamina metálica, en algunos casos el acabado consiste en dar brillo haciendo uso de láminas perladas, igualmente se usan una sublimadora de *transfer*.

1.4. Descripción de los insumos

 Tintas *Rutland* (USA) Y Tintas Unión (USA)

Las tintas utilizadas dentro de la empresa son las denominadas plastisoles, siendo estas dispersiones equilibradas de ingredientes sólidos (resinas de cloruro de polivinilo - PVC) en ingredientes líquidos (plastificadores).

Entre las tintas utilizadas están las siguientes:

Tabla I. **Lista de tintas**

<i>CB Color Busters</i>	<i>M2 Color Mixing Series</i>	<i>MH Low Bleed Series</i>	<i>HD High Density</i>	<i>Special effects</i>
Blue # 1	<i>Marine</i>	<i>Soft White</i>	<i>Red</i>	<i>Silver Metallic</i>
Blue # 2	<i>Green</i>	<i>Very Opaque base</i>	<i>Blue # 1</i>	<i>Thermo-o-line Clear</i>
Fluorescent Green	<i>Red</i>	Opaque Base	<i>Yellow</i>	<i>Silver Jewel Tone</i>
Fluorescent Magenta	<i>Blue # 1</i>		<i>Marine</i>	<i>Gold Metallic</i>
Fluorescent Violet	<i>Blue # 2</i>		<i>Violet</i>	<i>Sponge Puff</i>
Green	<i>Scarlet</i>		<i>Green</i>	<i>Gray Reflective</i>
Marine	<i>Yellow</i>		<i>Blue # 2</i>	<i>Glitter Base Clear</i>
Violet	<i>Violet # 1</i>		<i>Clear</i>	

Fuente: elaboración propia.

☉ Insumos secundarios

Entre los insumos secundarios se tienen: adhesivo para paletas, abridores de pantallas, aditivos de las tintas (*quick flash*, Spandesol), quita velos, todos estos productos son producidos por las empresas mundialmente reconocidas como Albatros, Ulano.

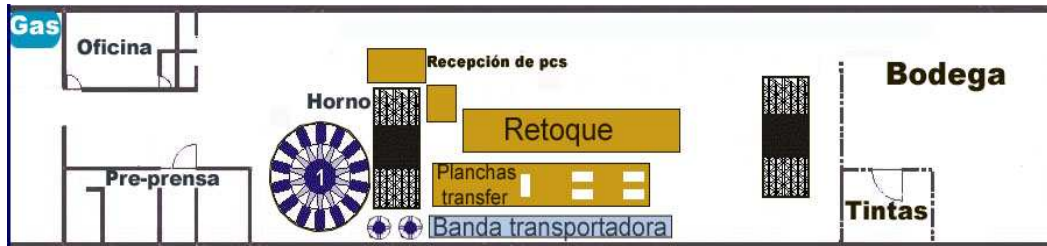
☉ Sedas SAATI (USA), Newman (USA)

La seda es el tejido sintético, muy fino y resistente, que estirado y adherido al marco permite el paso de las tintas serigráficas. Las fibras sintéticas se clasifican en; las poliamidas (*Nylon*) y los poliésteres (*Terylene*). En la empresa se utilizan sedas de fibra de poliéster de baja elongación fabricadas por *Monoprint*, tanto amarillas como blancas. Los números de sedas usadas son: 24, 40, 61, 109, 155, 173, 200, 255, 305.

1.5. Ubicación

Color Fast Guatemala, Sociedad Anónima, está ubicada en la 19 avenida 9-49 B Zona 11 Guatemala, Guatemala. Presenta un terreno plano de extensión 12,6 X 61,7 m, tiene acceso rápido al periférico y cuenta con una bodega a la par, que se puede alquilar para ampliar sus instalaciones. Cuenta con parqueo propio, aunque pequeño, que facilita la distribución del producto terminado, hacia las empresas que requieren de sus servicios. En la siguiente figura se muestra el plano respectivo.

Figura 2. **Plano de Color Fast**



Fuente: imagen proporcionada por el diseñador de artes de la empresa.

En la siguiente figura se incluye un mapa dónde se observan las principales avenidas y calles circunvecinas a la empresa, de forma que se facilite su ubicación en el casco urbano:

Figura 3. **Mapa de la ubicación de Color Fast**



Fuente: figura modificada de maporama.com

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Serigrafía

2.1.1. Definición de serigrafía

Es una técnica de impresión empleada en el método de reproducción de documentos e imágenes sobre cualquier material, y consiste en transferir una tinta a través de una malla tensada en un marco, el paso de la tinta se bloquea en las áreas donde no habrá imagen mediante una emulsión o barniz, quedando libre la zona donde pasará la tinta.

La palabra serigrafía tiene su origen en la palabra latina *sericum* (seda) y en la griega *graphé* (acción de escribir, describir o dibujar). Los anglosajones emplean el nombre de *Silk-screem* (pantalla de seda) para las aplicaciones comerciales e industriales, y el de Serigrafía para la reproducciones artísticas, aunque en la actualidad se ha impuesto este último para todas las técnicas de impresión que tienen su origen en el tamiz, sea del material que sea: orgánico, sintético, metálico, etc.

2.1.2. Reseña histórica de la serigrafía

Se desconoce con exactitud el lugar, la época, así como el inventor de este sistema de impresión, se supone que su origen es el estarcido, que consiste en la impresión de dibujos o imágenes, elementos decorativos, letras, etc., dibujados previamente sobre una plantilla que, colocada sobre una superficie, permite el paso de la pintura o tinta a través de las partes vaciadas, pasando por

encima una brocha, rodillo o racleta. A continuación se presentan algunos hechos históricos relacionados:

Tabla II. Acontecimientos relevantes en la historia de la serigrafía

AÑO	ACONTECIMIENTO
-1000	En las cavernas de los pirineos entre España y Francia, se imprimen 200 imágenes negativas de una mano sobre las rocas.
500	En China en las cavernas de Tun Huang se imprimen con plantillas de papel y tinta china, imágenes de Buda de 20m de longitud.
1300	En Japón se crean pantallas de papel arroz y cabellos humanos, posteriormente surgen los tejidos de seda y los marcos de Bambú.
1800	En Francia e Inglaterra se incorporó el uso de estenciles y se crea el primer proceso moderno de impresión.
1907	Samuel Simón de Manchester Inglaterra, obtiene la primer patente serigráfica al utilizar un líquido aislante para formar estenciles.
1914	John Pilsworth de Estados Unidos, inventa el método serigráfico Selecta Sine, para imprimir en varios colores.
1916	La serigrafía se desarrolla industrialmente, al descubrir la plantilla fotográfica que logró formar estenciles de mejor calidad.
1925	La serigrafía se mecaniza a base de prensas planas y poco después Mr. Autremont de Ohio E. U., inventa la película de recorte, que agiliza la elaboración de estenciles para lograr la invención del sistema Pantone de tintas.
1940	El químico Colin Sharp, modifica y optima el estencil fotográfico y desarrolla el método de impresión de tipo directo.
1960	Se inventan los tejidos serigráficos sintéticos de poliéster y poliamidas
1995	Se crea la Screen Printing & Graphic Imagin Association International, al adoptar el proceso digital de impresión y diseño serigráfico.

Fuente: <http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-mktro/submenu/investigacion/tesis/7-8%20Yahir%20de%20Jesus%20Mariaca%20Beltran%20-%20Sergio%20Reyes%20Galindo.pdf>

2.1.3. Características y elementos



Sedas

Es el tejido sintético o metálico, muy fino y resistente, que estirado y adherido al marco permite el paso de las tintas serigráficas. Los tejidos naturales como el organdí o la gasa de seda fueron los utilizados originalmente pero después de la Segunda Guerra Mundial, se empezaron a utilizar los tejidos sintéticos.



Sedas sintéticas

Las fibras sintéticas se podrían agrupar en dos grandes grupos; las poliamidas (*Nylon*) y los poliésteres (*Terylene*). Las sedas se numeran por el número de hilos por pulgada lineal o centímetro.

Tabla III. Numeración de las sedas sintéticas

Sedas Sintéticas			
Numeración	Hilos/pulgada	Hilos/centímetro	Aplicación
30 - 40	30 - 40	12 - 16	<i>Glitters</i>
60 - 95	60 - 95	24 - 38	Estampado atlético, Tintas Metálicas, Depósitos Opacos, Tinta Espesa 3DSQ, <i>Hi Gloss</i> , Fosforescente, Tinta reluciente (<i>shimmers</i>).
86 - 110	86 - 110	34 - 43	cobertura en fondos oscuros, Base Blanca Sólida, <i>puff</i> , Metálica, <i>Transfers</i> , Suede, Reflectiva.
125 - 150	125 - 150	49 - 59	Estampados en fondos claros, Base Blanca Detallada, <i>Nylon</i> oscuro, Tinta Reluciente Plateada.
180 - 230	180 - 230	71 - 90	Multi-color en fondos claros, <i>Nylon</i> claro
230 - 305	230 - 305	90 - 120	Estampado multi-color detallado en fondos claros y fondos oscuros con Base Blanca
305 - 355	305 - 355	120 - 140	Cuatricromía

Fuente: información obtenida de serinet.net.

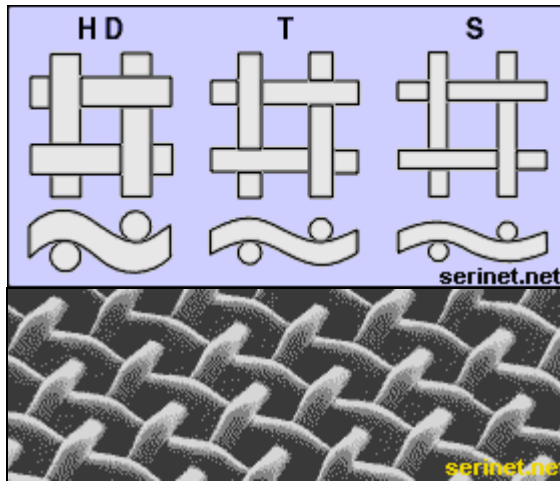
La malla o seda tiene gran variedad de diámetros del hilo. Los diámetros se identifican con números o con las letras S, T, M o HD. La malla designada con una "S" (48 micrones) es tejida con el hilo de diámetro más fino tiene alto porcentaje de área abierta lo que permite un depósito de tintas bien delgado.

Las mallas con hilos de diámetros SS y SSS son de numeración baja (pocos hilos por pulgada) con un alto porcentaje de áreas abiertas y utilizadas para tintas especializadas tal como tintas de alta densidad, gelatinas, suedes. Las mallas con hilos de diámetros T ó M (55 micrones) son las tejidas con hilos de diámetro medio. El diámetro de ese hilo es más grueso que el S, el porcentaje de área abierta es menor, la capa del depósito de tinta logrado con esta malla es más grueso que el obtenido con el S y por supuesto cubrirá mas.

La malla identificada con HD es de hilo de diámetro más grueso, el porcentaje de área abierta es muchísimo menos y a veces es muy difícil estampar plastisol. La malla puede ser de *low elongation* o estándar. La diferencia entre una y otra es la facilidad con que la malla puede ser llevada a alta tensión y la velocidad en que esa malla pierde tensión. Las moléculas que componen el hilo de una malla estándar son redondas. Cuando esa malla se tensa, esas moléculas se alargan para luego tratar de recuperar su forma original, momento en que la malla pierde tensión rápidamente.

La malla de *Low elongation* es tejida con hilos compuestos de moléculas de forma alargada por lo cual al ser tensadas ellas no tratan de cambiar de forma y como resultado la tensión en esa malla se mantiene por más tiempo.

Figura 4. **Fotografía de los diámetros de la malla**



Fuente: figura tomada de serinet.net

El color de la malla puede ser blanca o de color. La malla de color se utiliza para prevenir que la luz se desparrame por toda la malla y recorte la imagen, no pudiéndose mantener detalles finos en el estampado. Por ello se recomienda el uso de mallas de color cuando se trabaja con artes que requieran muchos detalles finos tales como cuatricromías. La malla de color tiene la desventaja de que su tiempo de revelado es 50% mayor que el tiempo de revelado que se le da a la malla blanca. Si se tiene una luz de revelado débil se recomienda, la malla blanca, si se tiene una luz potente de revelado como de metal de halógeno, es mejor utilizar para sus mallas de numeración alta, mallas de color para mantener detalles finos en el estampado.

Tintas

Composición de resinas, pigmentos y disolventes, destinada a dar color a una impresión determinada.

Tintas Plastisol

Las tintas Plastisol están fabricadas a base de una dispersión de resina de P.V C. en plastificante

High Density

Alta densidad para dar un efecto de altorrelieve.

Gel

Efecto de apariencia de vidrio, gel, agua.

Reflective

Efecto reflectante

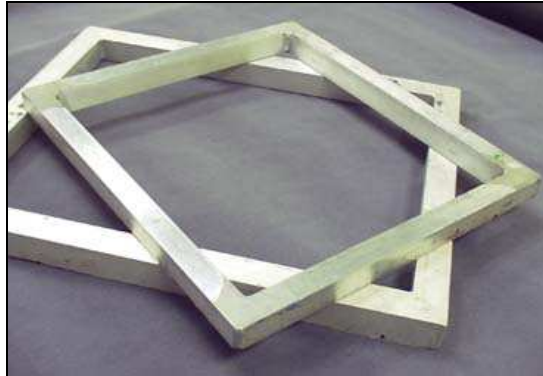
Marcos

Marcos estáticos

Este sistema de marco estático o marco de estirar y pegar (*stretch-and-glue*) es ampliamente usado en la industria.

Son fáciles de construir, no se pueden retensionar después de su estiramiento, no permiten la compensación de la pérdida de tensión que ocurre en la malla durante cierto tiempo.

Figura 5. **Fotografía de marco estático, de estirar y pegar**
(*stretch-and-glue*)



Fuente: figura tomada de Gráficos de Hoy.com

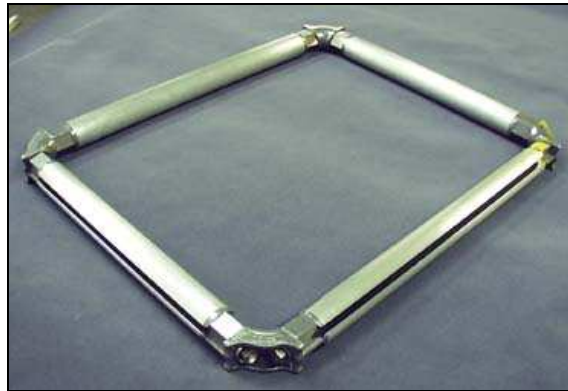
Marcos retensionables

Son la opción preferida para aplicaciones de impresión de alta tolerancia y multicolores. La capacidad de retensionar la malla cuando se requiere produce pantallas más consistentes y estables a tensiones mayores en comparación con el sistema estático. Los marcos retensionables permiten que la malla sea endurecida por medios mecánicos hasta un punto de tensión alto. Este proceso de endurecimiento por medios mecánicos tiene lugar cuando la malla es utilizada, retensionada y vuelta a usar.

El endurecimiento es básicamente una estabilización de la tensión, por lo que la diferencia de tensión entre el comienzo y el final de una tirada de impresión disminuye después de cada retensionamiento y posterior uso. El resultado es un mayor control sobre la tensión que lo que ofrecen los marcos estáticos.

Sin embargo, los retensionables poseen una curva de aprendizaje más alta que los sistemas estáticos y generan más potencial de error del operario.

Figura 6. **Fotografía de marco retensionable**



Fuente: figura tomada de Gráficos de Hoy.com

Marcos de madera

Para aplicaciones simples, la madera puede ser una opción aceptable, siempre y cuando los marcos estén bien contruidos y sellados y las pantallas estén apropiadamente estiradas. Los marcos de madera deben tener una junta de caja y espiga en las esquinas para máxima resistencia y estabilidad, también deben tener una capa de sellador antes de usarlas.

La impresión no crítica, cuando no se necesita un registro estrecho, puede verse favorecida con el uso de marcos de madera de buena calidad. Para los impresores textiles, los marcos de madera pueden resultarles costo-efectivos debido a la posibilidad de almacenarlos para más de un pedido. No obstante, la impresión textil cuatricromática puede ser abordada más efectivamente empleando marcos retensionables o estáticos de metal.

Figura 7. **Fotografía de marco de madera**



Fuente: figura tomada de Gráficos de Hoy.com

Los marcos de madera son económicos, livianos y fáciles de manejar, reciclar y desechar; son fáciles de hacer, y receptivos a la fijación de la malla. El lado débil de los marcos de madera es que son estructuralmente débiles, propensos al combamiento y arqueamiento, absorben agua y tintas o químicos, y se hinchan y encogen rápidamente debido a la exposición al agua y a los cambios en la temperatura y humedad.

Estos marcos poseen limitaciones en su capacidad de soportar tensión y registro, y son conocidos por su comportamiento inconsistente. Por último, ofrecen una vida más corta que los marcos metálicos y no son apropiados para tamaños de pantalla grandes.

2.1.4. Procesos

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado. Los procesos involucrados en la producción serigráfica son los siguientes:

2.1.4.1. Artes

Imagen o elemento gráfico que se desea reproducir, puede ser un dibujo, una foto, una imagen almacenada en una computadora, etc.

Según el soporte donde se encuentre el arte puede ser:

Digitalizado

Es obtenido a través de una computadora por algún proceso de escaneado, de un banco de imágenes, creado en un programa de diseño, siendo guardado en formato de mapa de bits o dibujo vectorial.

En papel

2.1.4.2. Grabado

Obtención de la imagen a copiar a través de un proceso fotoquímico.

2.1.4.3. Recuperación

Proceso por el cual se pueden volver a reutilizar las pantallas, consiste en la eliminación de la película de emulsión adsorbida sobre la seda de la pantalla.

2.1.4.4. Impresión

Proceso por el cual se hace pasar tinta a través de los orificios abiertos de la pantalla que ha sido fotograbada.

2.2. Control de la producción

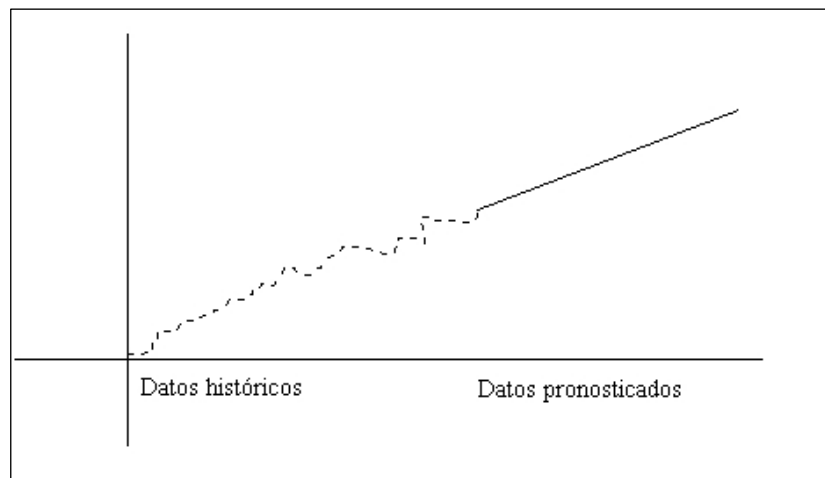
Función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado.

2.2.1. Pronósticos de producción

Pronóstico es la estimación anticipada del valor de una variable. Del latín *prognosticum* < gr. *prognostikon* < *progignosko* = yo conozco de antemano.

La hipótesis principal a considerar en la aplicación de las técnicas de pronóstico es que el desempeño de los datos anteriores continuará ocurriendo en el futuro.

Figura 8. **Gráfica del pronóstico de una serie de datos**



Fuente: [capitulo7Pronosticos.htm](#)

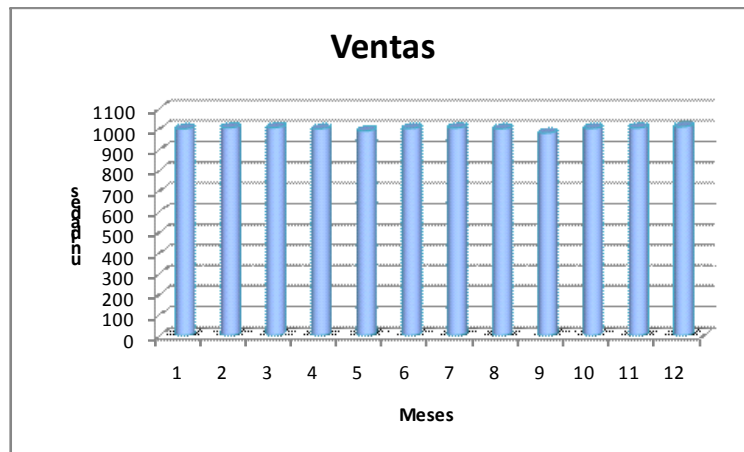
Clasificación de los modelos de pronósticos

- Métodos cualitativos: método Delphi, método del juicio informado, método de la analogía de los ciclos de vida y método de la investigación de mercados.
- Métodos cuantitativos: métodos por series de tiempo y métodos causales.

2.2.1.1. Modelos con curvas estables

Son curvas caracterizadas por cambios mínimos de ventas de período en período (mes a mes), dando gráficas de curvas que se mantienen constantes a través del tiempo.

Figura 9. **Gráfica de la familia de curvas estables**



Fuente: elaboración propia.

a. Método de demanda del último período

El pronóstico se hace tomando el dato anterior al anular el último período y tomándolo como el primer pronóstico del primer dato del último período y sucesivamente hasta obtener todos los datos del período. El error se calcula restando a las ventas reales el pronóstico, es importante conocer el error acumulado para comparar con otros métodos.

b. Método del promedio aritmético

El pronóstico se obtiene haciendo el promedio hasta un dato anterior al dato que se desea pronosticar.

c. Método del promedio móvil ponderado

Se utiliza una ponderación cuya suma sea 4 (ciclos de 4 datos). Se toma el período anterior, sus datos se multiplican por la ponderación y se obtiene el promedio, éste es el pronóstico para el primer dato del último período y para el siguiente se corre un dato. Hay que probar varias ponderaciones hasta obtener el menor error acumulado.

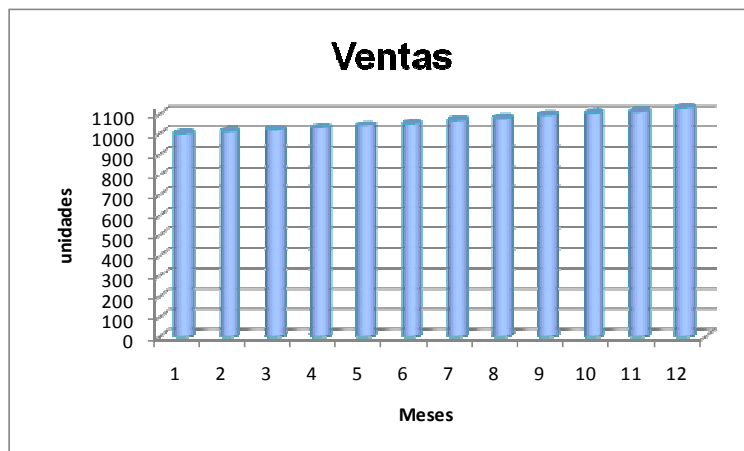
d. Método del promedio móvil ponderado exponencialmente

Permite regular las causas asignables a las fallas entre las ventas reales y los pronósticos calculados.

2.2.1.2. Modelos con curvas ascendentes-descendentes

Son curvas cuyos datos de ventas experimentan cambios graduales a través del tiempo, en forma creciente o decreciente.

Figura 10. Gráfica de familia de curvas ascendentes



Fuente: elaboración propia.

No existe estabilidad en las ventas de período en período y presentan un comportamiento ascendente o descendente, la herramienta estadística usada es la Regresión cuya fórmula básica es la de una línea recta: $Y = a + b X$; siendo a el intercepto, b la pendiente, Y es la variable dependiente a pronosticar, X la variable independiente (datos reales).

Modelos más comunes

Lineal: $Y = a + b X$

Geométrico: $Y = a X^b$

Hiperbólico: $Y = 1/a + b X$

Logarítmico: $Y = a + b \ln X$

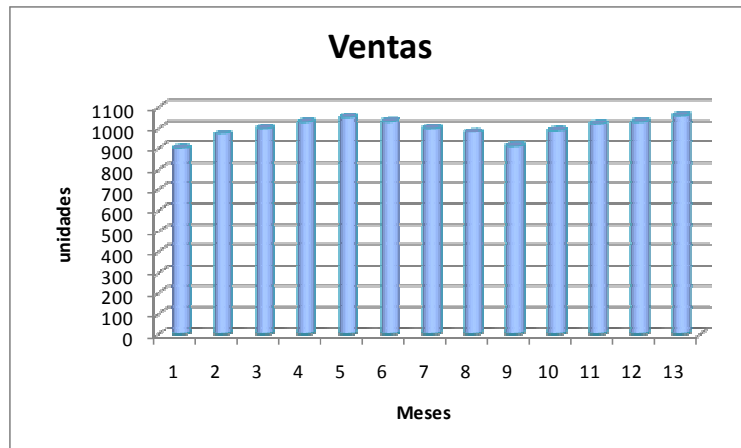
Semilogarítmico: $Y = a b^X$

Logarítmico inverso: $Y = a - b X$

2.2.1.3. Modelos de curvas cíclicas

Los datos de ventas siguen un patrón repetitivo de acuerdo a la época en períodos completos (semanas, meses, años), esta relación de ventas es de tipo horizontal y no vertical. Para aplicar el Método Cíclico es necesario tener 3 juegos completos de datos de ventas con lo cual se puede detectar la estacionalidad de los datos.

Figura 11. Gráfica de familias cíclicas



Fuente: elaboración propia.

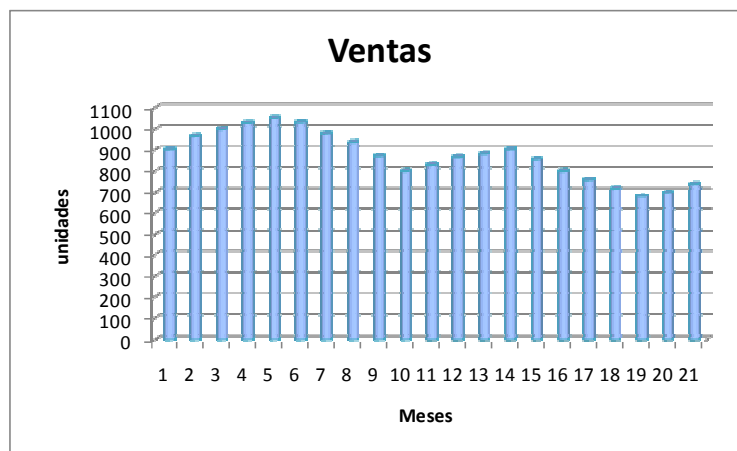
2.2.1.4. Modelos de curvas combinadas

Los datos de ventas experimentan crecimientos a través del tiempo pero en forma estacional, es decir que existe una relación horizontal pero que crece en

relación al período anterior. Para trabajar el método primero hay que transformar los datos en un modelo cíclico lineal para posteriormente ser trabajados como un Modelo Cíclico, los pasos a seguir son los siguientes:

- a. Graficar los datos
- b. Hacer una tabla con datos transformados
- c. Encontrar los índices estacionarios
- d. Hacer los pronósticos

Figura 12. **Gráfica de familia de curvas combinadas**



Fuente: elaboración propia..

2.2.1.5. Modelos de franja simulada

Permite el poder realizar comparaciones entre los diferentes modelos de curvas estables y los métodos de las otras familias ya sean ascendentes, cíclicas, combinadas.

2.2.2. Planificación de la producción

La planificación de la producción se debe adecuar según el tipo de demanda del producto y por ende del tipo de producción. Generalmente existen dos tipos de producción:

- ④ Producción continua
- ④ Producción intermitente

2.2.3. Manejo de materiales

Es una herramienta de la planificación, que proporciona un plan de pedidos con el cual se garantiza que el nivel de producción se mantenga sin interrupciones por falta de insumos (período de agotamiento de materiales)

2.2.3.1. Definición de inventario

Verificación periódica de la existencia de materiales, equipo, muebles e inmuebles con que cuenta una dependencia o entidad, a efecto de comprobar el grado de eficacia en los sistemas de control administrativo, el manejo de materiales, el método de almacenamiento y aprovechamiento del espacio en almacén.

2.2.3.2. Clases de inventarios

Por su función se clasifican en:

- a. Fluctuación: se llevan a cabo cuando no es posible predecir con exactitud la cantidad y ritmo de las ventas y de la producción.

- b. Anticipación: almacenan horas-trabajo, horas-máquina para futuras necesidades y limitan los cambios en las tasas de producción.
- c. Tamaño de lote: los artículos se tienen en cantidades mayores a las necesitadas en el momento.
- d. Transportación: consiste en los artículos que deben moverse, sólo existen durante el tiempo de transporte.
- e. Protección: artículos obtenidos a grandes cantidades a precio reducido.

Por su condición durante su procesamiento:

- a. Materias primas: materiales empleados para fabricar los componentes de los artículos.
- b. Componentes: partes o sub-montajes usados en el montaje final.
- c. Materiales en proceso: materiales y componentes a los que se les hace un trabajo, también los que se encuentran esperando entre una operación y otra.
- d. Productos terminados: artículos terminados listos para su embarcación a su destino final.

2.2.3.3. Rotación de inventarios

Indicador que permite saber el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado.

2.2.4. Programación de producción

Etapa final del sistema de control de producción, se establecen los ajustes para acoplar la etapa de planificación con la realidad de la planta. Se afinan detalles que no se tomaron en cuenta en la planificación tales como cuándo y con qué se va a fabricar.

2.3. Condiciones ambientales de trabajo

2.3.1. Ruido

El ruido está constituido por el sonido no deseado, fuerte, desagradable o inesperado, no armónico que rompe con la estabilidad de un entorno. Por sus características como frecuencia, volumen amplio, agudeza, es capaz de producir daño a la salud y al bienestar humano.

2.3.1.1. Tipos de ruido

- ④ Ruido continuo: el nivel de presión sonora es constante durante el periodo de observación (a lo largo de la jornada de trabajo). Por ejemplo: el ruido de un motor eléctrico.
- ④ Ruido intermitente: es en él que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior. Por ejemplo: el accionar un taladro.
- ④ Ruido de impacto: se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500

milisegundos. Por ejemplo, arranque de compresores, impacto de carros, cierre o apertura de puertas

2.3.1.2. Decibel (dB)

Medida usada para referirse a ganancia o atenuación de volumen. Es la décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad. En la tabla que está a continuación se presentan algunos valores típicos de ruido.

Tabla IV. **Intensidades de ruidos en db**

Ejemplos de Ruido	dB
Umbral de audición	0
Muy silencioso	10
Susurro	20
Ruido muy suave	30
Interior de una recamara en silencio	40
Conversación en voz baja	50
Aparato de aire acondicionado	60
Oficina. Tienda	70
Lavadora. Calle con tráfico intenso.	80
Esmeril	90
Martillo neumático. Industria Textil	100
Remachadora. Concierto de rock	110
Juegos artificiales	120
Avión reactor despegando.	130

Fuente:<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>

2.3.1.3. Factores que influyen en la exposición al ruido

El riesgo fundamental por exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es la disminución del umbral de la audición

Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva:

- ④ Intensidad
Cuanto mayor es el nivel de presión sonora, mayor es el daño auditivo
- ④ Tipo de ruido
El ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo. Frecuencias superiores a 500 Hz presenta una mayor nocividad que frecuencias dominantes bajas.
- ④ Tiempo de exposición al ruido
Se consideran desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición - que es lo que normalmente es entendido por tiempo de exposición - y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de ruido determinado.
- ④ Edad
El nivel de audición se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.

☉ Susceptibilidad Individual

Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.

2.3.1.4. Efectos del ruido en la salud de las personas

Los efectos en la salud de la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición. A continuación se presentan los principales efectos ocasionados por el ruido:

☉ Pérdida temporal de audición

Cuando en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban los oídos, se produce el desplazamiento temporal del umbral. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido.

☉ Pérdida permanente de audición

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, el oído no se recupera y la pérdida de audición pasa a ser permanente.

☉ Otros efectos

Además de la pérdida de audición, la exposición al ruido en el lugar de trabajo puede provocar otros problemas como: trastornos cardíacos, estomacales y nerviosos.

2.3.1.5. Valores permisibles de ruido según la legislación internacional

Se presenta a continuación el criterio de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*, establecido a través de los *Threshold Limit Values (Valores de Umbral Límites, (TLV))* 1996 para agentes físicos, cuyos valores máximos de exposición son:

Tabla V. **Valores límites permisibles para ruido continuo según ACGIH 1996**

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs.)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
24	80
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
½	97
¼	100

Fuente:<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>

2.3.1.6. Instrumentos de medición

Ⓢ Dosímetro

Sirve para conocer el espectro de frecuencias. Integra de forma automática los dos parámetros considerados: nivel de presión sonora y tiempo de exposición.

Ⓢ Sonómetro

Sirve para conocer el nivel de presión sonora (de los que depende la amplitud, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad). La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

2.3.2. Iluminación

Conjunto de dispositivos que se unen e instalan para producir un nivel adecuado de luz.

Una lámpara es un convertidor de energía cuyo principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible.

La luz está constituida por ondas que percibe el ojo humano, dichas ondas son interpretadas como colores, la luz de menor longitud de onda se ven azules y las de mayor longitud de onda rojo, las intermedias se ven como amarilla, verde, anaranjada.

El ser humano ve los objetos porque sus ojos reciben la luz que emiten (si es fuente luminosa) o que reflejan, la cantidad de detalles percibidos depende no solo de la intensidad de la luz que reciben los ojos a partir del objeto, sino

también de dicha intensidad en relación con la de la luz que llega al ojo desde objetos situados en un segundo plano.

2.3.2.1. Definiciones importantes

A continuación se indican algunos términos de uso común en iluminación:

Ⓢ Potencia luminosa

La intensidad luminosa o potencia es la intensidad de luz dentro de un pequeño ángulo en una dirección específica.

Ⓢ Flujo luminoso

Flujo de luz independiente de la dirección, se utiliza para expresar la producción total de luz de una fuente y expresar la cantidad incidente sobre una superficie.

Ⓢ Iluminancia

Es el nivel medio de iluminación requerida por un local sobre el plano de trabajo horizontal y para calcularla se utiliza el método de flujo.

Ⓢ Luminancia (brillantez fotométrica)

Intensidad de luz que emana de un objeto .Es la energía luminosa emitida, transmitida o reflejada por una superficie en una dirección dada, por unidad de área de la superficie proyectada en un plano perpendicular a tal dirección.

Ⓢ Brillantez

Sensación experimentada al interpretar la luz que refleja un objeto, el cual depende del ambiente luminoso, que afecta la adaptación de los ojos y de la intensidad de la luz.

- Ⓢ Reflectancia
Porcentaje de luz reflejada desde una superficie, no tiene unidad.
- Ⓢ Longitud de onda
La distancia lineal entre máximos o mínimos sucesivos de una onda.
- Ⓢ Contraste
Efecto que se logra cuando es diferente la brillantez de un objeto respecto a la brillantez de los objetos que lo circundan.
- Ⓢ Unidades de medición
Las unidades utilizadas para medir la potencia luminosa son la bujía (cp) en el sistema ingles y la candela (cd) en el sistema métrico.

La unidad utilizada para medir la potencia luminosa a una distancia de la fuente luminosa es el Lumen (lm). Un lumen es la energía luminosa que incide en un área de un pié cuadrado, situado a una distancia de un pié respecto de una fuente luminosa de una bujía.

La eficacia luminosa es la unidad utilizada para medir la eficiencia de las fuentes, se calcula dividiendo la salida total de una fuente luminosa (lm) entre la entrada total en Watts (W)

$$\text{Eficiencia luminosa} = \text{lm/w}$$

Las unidades para medir la iluminancia son: el pié-bujía (lumen/pie²) y el Lux en el sistema internacional, (1 lux= 1 lumen por m² = 1m- candela), en ambos casos se mide la intensidad con la cual incide la luz sobre una superficie localizada a un pié o a un metro respectivamente de distancia de una fuente de

luz. La unidad de la dirección de la luminancia es el pié-*Lambert* (fl, lm/pie²) La unidad de la brillantez es de NIT que es igual a una candela-m².

📍 Nivel de iluminación

El nivel de iluminación consiste en proporcionar una iluminancia determinada para cierta tarea (una superficie plana llamada plano de trabajo). Si la tarea está iluminada uniformemente, el nivel de iluminación es igual a la cantidad de lúmenes que llegan a la superficie dividida entre el área.

📍 Coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización C_U es la razón entre los lúmenes que llegan al plano horizontal de trabajo y el total de lúmenes emitidos por las lámparas, se obtiene interpolando los valores tabulados en tablas.

📍 Factor de reflexión

Es el % de luz o flujo luminoso incidente que es reflejado por una superficie.

📍 Índice del local

El índice del local es la función de las dimensiones geométricas del mismo y de la altura de montaje de las luminarias.

2.3.3. Ventilación

La ventilación es la remoción sistemática de aire y gases calientes de una estructura, seguida por la sustitución de un abastecimiento de aire más fresco.

Los tipos de ventilación que existen son la ventilación local y la general. En algunos casos, el propósito de la ventilación es extraer el aire contaminado, por lo

que se denomina extracción; en otros, la ventilación pretende cambiar el aire viciado por aire puro, por lo que estos sistemas se denominan de recirculación de aire.

☉ Ventilación localizada

La extracción localizada capta el contaminante en su lugar de origen antes de que pueda pasar al ambiente de trabajo. La mayor ventaja de este método respecto a la ventilación general es su menor requerimiento de aire y que no contribuye a esparcir el contaminante.

Los dos requisitos básicos que debe reunir son: que el foco se encuentre lo más encerrado posible y la creación de una velocidad adecuada del aire próximo al foco de generación, para asegurar que se establezca una corriente hacia la campana.

Un sistema de extracción localizada consta de:

- ☉ Campana: para la captación del contaminante en el foco.
- ☉ Conducto: para transportar el aire con el contaminante al sitio adecuado, evitando que se disperse en la atmósfera.
- ☉ Separador: para separar el contaminante del aire, recogiénolo de forma adecuada y liberar aire limpio.
- ☉ Ventilador: para transmitir la energía necesaria al aire y hacerlo circular a través del sistema.

2.3.4. Calor y humedad

2.3.4.1. Calor

Fenómeno físico que eleva la temperatura y dilata, funde, volatiliza o descompone un cuerpo. El calor de un cuerpo es la suma de la energía cinética de todas sus moléculas.

2.3.4.2. Humedad

humedad absoluta

Es la cantidad de agua presente en el aire por unidad de masa de aire seco. Es un concepto que no influye en la comodidad humana.

humedad relativa

Es el cociente en la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen. Se mide en tantos por ciento y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%.

Una humedad relativa del 100% significa un ambiente en el que no cabe más agua. El cuerpo humano no puede transpirar y la sensación de calor puede llegar a ser asfixiante. Corresponde a un ambiente húmedo. Una humedad del 0% corresponde a un ambiente seco. Se transpira con facilidad.

Las dos formas en que puede aumentar la humedad de un recinto son:

Por disminución de la temperatura ambiental

Por aumento de la cantidad de agua en el ambiente

2.3.5. Aspectos laborales

Entre los aspectos laborales en Guatemala debe cumplir con:

- ☉ Pago de salario mínimo
- ☉ Pago de bono 14
- ☉ Pago de aguinaldo

2.3.6. Ergonomía

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia.

A menudo los trabajadores no pueden escoger y se ven obligados a adaptarse a unas condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes del organismo. Concretamente, se pueden producir lesiones a causa de:

- ☉ El empleo repetido a lo largo del tiempo de herramientas y equipo vibratorios, por ejemplo, martillos pilones
- ☉ Herramientas y tareas que exigen girar la mano con movimientos de las articulaciones, por ejemplo las labores que realizan muchos mecánicos
- ☉ La aplicación de fuerza en una postura forzada

- ④ La aplicación de presión excesiva en partes de la mano, la espalda, las muñecas o las articulaciones
- ④ Trabajar con los brazos extendidos o por encima de la cabeza
- ④ Trabajar inclinados hacia adelante
- ④ Levantar o empujar cargas pesadas

2.4. Condiciones y actos inseguros de trabajo

En un estudio realizado se demostró que de cada 100 accidentes, 85 se debieron a prácticas inseguras y sólo uno ocurrió por condiciones inseguras. Los 14 restantes se produjeron por combinación de ambas causas. Lo que quiere decir que el ser humano interviene directamente en el 85% de los accidentes por prácticas inseguras, en el 14% de los accidentes ocurridos por la combinación de ambas (99% de las veces) e intervino indirectamente en el 1% de los accidentes por condiciones inseguras. En la figura siguiente se explica lo anterior.

Figura 13. **Condiciones inseguras de trabajo**



Fuente: <http://958650783rodolfo.jimdo.com/higiene-ojos/normas-de-seguridad-e-higiene-laboral/>

Como se puede ver el ser humano es el representante del 100% de los accidentes, ya sea porque comete prácticas inseguras, o porque ocasiona condiciones inseguras.

2.4.1. Condiciones inseguras de trabajo

Es cualquier condición del ambiente laboral que puede contribuir a la ocurrencia de un accidente. Pueden deberse a los siguientes aspectos:

- a. Normas inexistentes
- b. Normas inadecuadas
- c. Desgaste normal de maquinarias e instalaciones causadas por el uso
- d. Diseño, fabricación e instalación defectuosa de maquinaria
- e. Uso anormal e incorrecto de maquinarias, equipo, herramientas e instalaciones
- f. Acción de terceros

2.4.2. Actos inseguros

Es cualquier acción o falta de acción de la persona que trabaja, que puede provocar un accidente. Estos se pueden atribuir a los siguientes aspectos.

- a. No saber: desconocimiento de la tarea (por imitación, por inexperiencia, por improvisación y/o falta de destreza).
- b. No poder por: permanente incapacidad física (incapacidad visual, incapacidad auditiva), incapacidad mental o reacciones sicomotoras inadecuadas. Temporal: adicción al alcohol y fatiga física.
- c. No querer por: motivación: apreciación errónea del riesgo, experiencias y hábitos anteriores. Frustración: estado de mayor tensión o mayor agresividad del trabajador. Regresión: irresponsabilidad y conducta infantil del trabajador. Fijación: resistencia a cambios de hábitos laborales.

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. FODA

Herramienta que permite realizar el diagnóstico de la situación actual de una empresa.

Las Fortalezas son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian a la empresa de las demás.

Las Oportunidades son aquellas situaciones externas, positivas, que se generan en el entorno y que una vez identificadas pueden ser aprovechadas.

Las Debilidades son problemas internos, que una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

Las Amenazas son situaciones negativas, que pueden atentar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearla.

3.1.1. Fortalezas

- ④ Capacidad técnica (Gerencia)
- ④ Tecnología en el área de serigrafía
- ④ Insumos reconocidos a nivel internacional
- ④ Conocimiento del mercado
- ④ Personal multifuncional

- ④ Ubicación estratégica para el servicio al cliente
- ④ Agremiados a AGEXPRONT
- ④ Empresa relativamente joven
- ④ Automatización de la producción que permite cumplir con estándares y capacidad de producción a menores costos

3.1.2. Oportunidades

- ④ Tratado de Libre Comercio
- ④ Crecimiento de la industria textil en la región (Latinoamérica)
- ④ Migración de los proveedores de materia prima a la región (Latinoamérica)

3.1.3. Debilidades

- ④ Capacidad de producción
- ④ Costos de inversión inicial alta
- ④ Alta rotación de personal
- ④ Control de calidad
- ④ Personal operativo poco capacitado en la región
- ④ Falta de cultura de calidad del personal
- ④ Control de inventarios
- ④ Falta de equipo para hacer muestras
- ④ Falta de métodos y procedimientos
- ④ Políticas en el área de recursos humanos
- ④ Incumplimiento de fecha de entrega del producto terminado

3.1.4. Amenazas

- Ⓢ Apertura de la cuota de exportación de China en 2005
- Ⓢ Competencia a nivel local (Guatemala) y regional (América Central)
- Ⓢ Inestabilidad económica de Estados Unidos de Norteamérica
- Ⓢ Costos de energía eléctrica y recurso humano más altos en la región
- Ⓢ Falta de planificación de los clientes

3.1.5. Matriz FODA

La matriz FODA indica las cuatro estrategias generadas a partir de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. En la siguiente tabla se indican dichas estrategias.

Tabla VI. **Matriz FODA**

FACTORES INTERNOS	<p style="text-align: center;">Lista de fortalezas</p> <p>F1.Capacidad técnica (Gerencia) F2. Tecnología en el área de serigrafía. F3. Insumos reconocidos a nivel internacional. F4. Conocimiento del mercado. F5. Personal multifuncional. F6. Ubicación estratégica para el servicio al cliente. F7. Agremiados a AGEXPRONT. F8. Empresa relativamente joven. F9.Automatización de la producción que permite cumplir con estándares y capacidad de producción a menores costos.</p>	<p style="text-align: center;">Lista de debilidades</p> <p>D1. Capacidad de producción. D2. Costos de inversión inicial alta. D3. Alta rotación de personal. D4. Control de calidad. D5. Personal operativo poco capacitado en la región. D6. Falta de cultura de calidad del personal. D7. Control de inventarios. D8.Falta de equipo para hacer muestras. D9. Falta de métodos y procedimientos. D10. Políticas en el área de recursos humanos. D11.Incumplimiento de fecha de entrega del producto terminado</p>
FACTORES EXTERNOS		

Continúa tabla VI.

<p>Lista de oportunidades</p> <p>O1. Tratado de Libre Comercio.</p> <p>O2. Crecimiento de la industria textil en la región (Latinoamérica).</p> <p>O3. Migración de los proveedores de materia prima a la región (Latinoamérica).</p>	<p>FO (Maxi-Maxi)</p> <p>Estrategias para maximizar las F y las O.</p> <p>Fortalecer la capacidad comercial y productiva para aumentar el valor agregado de los servicios (F1, F2, F4; O1, O2)</p>	<p>DO(Mini-Maxi)</p> <p>Estrategias para minimizar las D y maximizar las O.</p> <p>Diseñar e implementar un sistema de gestión de calidad. (D4, D5, D9; O1.O2).</p>
<p>Lista de amenazas</p> <p>A1. Apertura de la cuota de exportación de China en 2005.</p> <p>A2. Competencia a nivel local (Guatemala) y regional (América Central).</p> <p>A3. Inestabilidad económica de Estados Unidos de Norteamérica.</p> <p>A4. Costos de energía eléctrica y recurso humano más altos en la región.</p> <p>A5. Falta de planificación de los clientes.</p>	<p>FA(Maxi-Mini)</p> <p>Estrategias para fortalecer las F y minimizar las A.</p> <p>Mejorar el diseño, la calidad y la capacidad instalada de la empresa a fin de cumplir con las expectativas de los clientes en cuanto a calidad, precio y rapidez. (F1, F5; A1, A2).</p>	<p>DA(Mini-Mini)</p> <p>Estrategias para minimizar tanto las A como las D.</p> <p>Diseñar un programa conjunto con los clientes para apoyar la programación de sus pedidos. (D1, D11; A5).</p>

Fuente: elaboración propia.

3.2. Descripción de las áreas a analizar

Para tener una mejor idea de las principales áreas de la empresa, a continuación se presenta su descripción.

3.2.1. Pre-producción

En el área de pre-producción se llevan a cabo básicamente todas aquellas actividades previas a proceder a pasar al área de producción, ésta abarca las siguientes sub-áreas:

A. Planificación

Este proceso no tiene un área específica para realizarse, comparte el espacio físico con administración, lo realizan el gerente general o el gerente de producción, en forma conjunta o en específico el gerente de producción cuando las múltiples obligaciones del gerente general lo obligan a ausentarse de dicha actividad al cubrir otros aspectos administrativos vitales para el funcionamiento de la empresa.

Dicha tarea consiste en recibir las muestras, revisar la información técnica, establecer si el efecto o acabado que se pide se puede realizar o no, establecer un tiempo prudencial para realizar las muestras y debido a la ausencia de un departamento de artes gráficas se debe maquillar la realización de los artes, aunque próximamente se pondrá en funcionamiento el mencionado departamento. Se han detectado los siguientes inconvenientes:

- ④ Cuando se ausentan el gerente de producción o el gerente general no existe otra persona que este empapada de la información que el cliente ha proporcionado, con lo cual hay incertidumbre si el trabajo que se está realizando es correcto o no, principalmente en lo relacionado con medidas de colocación de la serigrafía, partes a serigrafiar (delantera, trasera, bolsas, etc.), cortes a pasar en las máquinas, tonalidad de tinta, diseños a imprimir.
- ④ A veces la información complementaria o modificada dada por el cliente no llega a tiempo al personal de tintas, producción o pre-prensa, produciéndose errores en algunas de las etapas antes mencionadas, lo que implica usar más tiempo y recursos para rectificarlos.

- En la planificación realizada por el gerente de producción existen desfases de tiempo de entrega del producto serigrafiado, es decir que a menudo no se cumple con los tiempos de entrega del producto, los clientes que son más tolerantes aceptan algunos días de retraso, sin embargo los inflexibles, no aceptan éstas demoras, por lo cual se deben redoblar los esfuerzos por concluir lo antes posible, dejando en impase los otros trabajos, lo que hace que se utilice mayor cantidad de recursos sobrecargando el trabajo de las máquinas, de los operarios de las áreas de pre-prensa, producción, retoque. Lo mismo ocurre con los insumos que se usan.
- Por no realizarse pronósticos de ventas, la planificación a mediano plazo, no se efectúa. Lo que se hace a menudo es la programación del producto que se va a serigrafiar de un día para otro o con algunos días de anticipación.

En la figura que se presenta a continuación se muestra el área física de dicha actividad.

Figura 14. **Área administrativa**

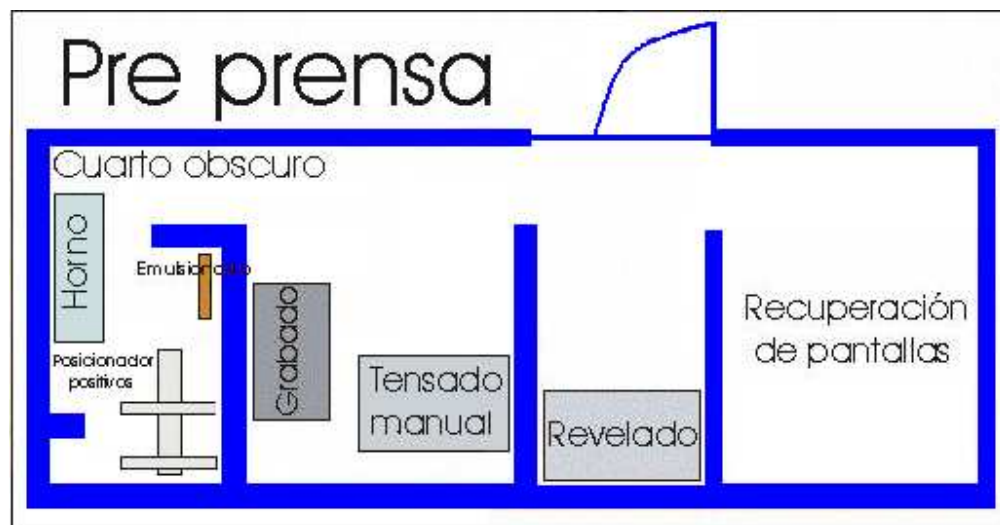


Fuente: elaboración propia.

B. Pre-prensa

En pre-prensa se realiza la recuperación de pantallas, el quemado de pantallas, revelado de pantallas y emulsionado de pantallas, en la siguiente figura se observa su espacio físico.

Figura 15. Área de pre-prensa

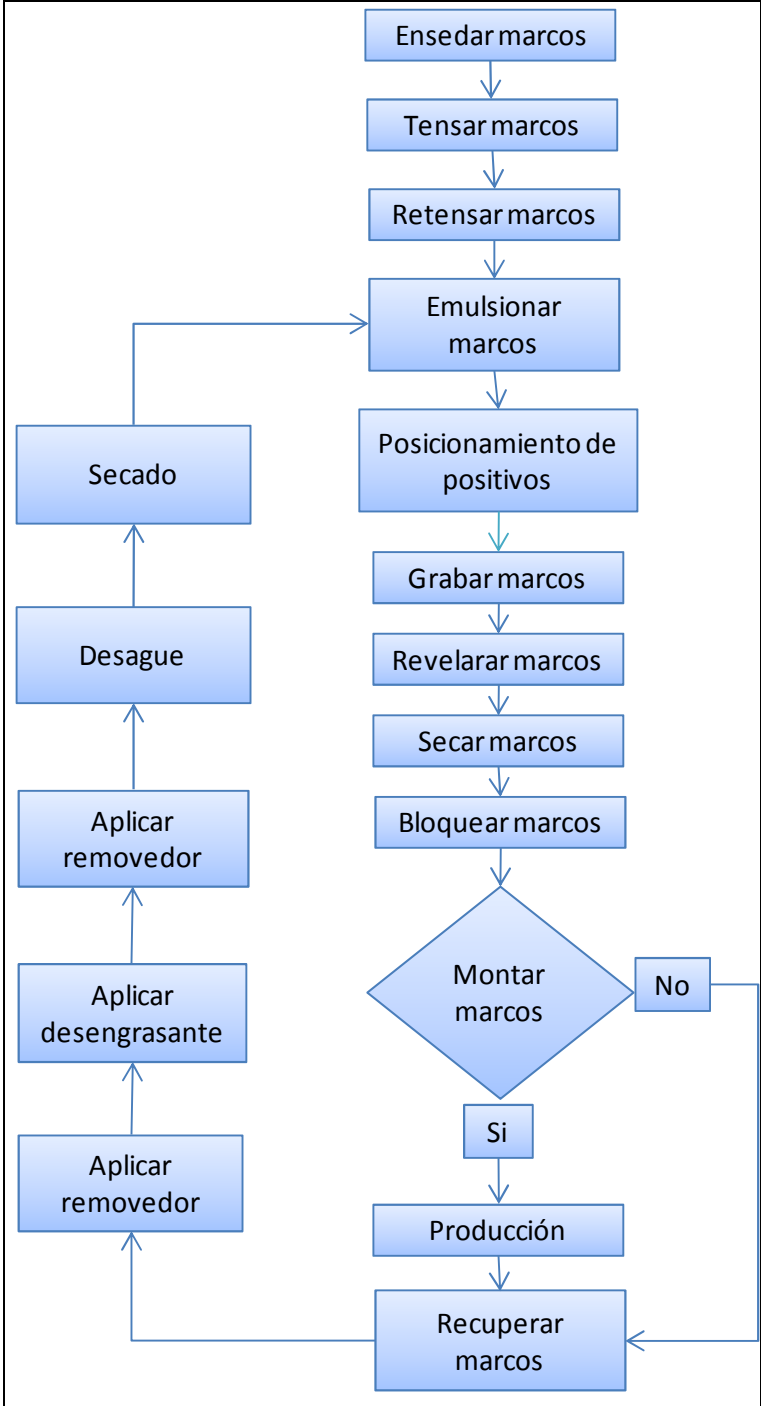


Fuente: elaboración propia.

Las anteriores actividades son la base para que se logre un producto de calidad, que cumpla con las especificaciones pedidas por el cliente, tales como: medidas de ubicación del arte, tamaño del arte según la talla, fiel copia del diseño pedido.

Para una mejor comprensión de lo que se realiza en ésta área se presenta el flujograma de actividades.

Figura 16. **Flujograma de actividades pre-prensa**



Fuente: elaboración propia.

Cuarto oscuro

Se realiza la impregnación de la emulsión fotosensible sobre la seda, generalmente de base diazo, la calidad y durabilidad de la pantalla depende de la habilidad del operario para realizarlo, en la figura 17 se ejemplifica el proceso.

También se secan las pantallas obtenidas de recuperación y las recién emulsionadas. La cantidad de pantallas y el número de seda a utilizar según el diseño que quiere el cliente es importante para no dejar sin emulsionar alguna pantalla. La principal dificultad que se produce es que cuando hay muchos clientes, la cantidad de marcos es insuficiente, el horno tiene un número limitado de pantallas para acoger y la obscuridad con la que se debe trabajar para que la base diazo no empiece a fraguarse, puede dificultar la alineación correcta de los positivos en el posicionador aumentando el tiempo y con el riesgo de obtener un mal registro.

Figura 17. **Emulsionado de pantalla**



Fuente: elaboración propia.

Grabado de pantallas

En el sistema de posicionamiento de positivos se fija el positivo a la seda de la pantalla. Se realiza una matriz o estencil en la pantalla, haciendo pasar luz ultravioleta en la seda impregnada con emulsión diazo, curándose las áreas que no están tapadas por el positivo.

Es muy importante en esta etapa que las especificaciones dadas por el cliente en cuanto a medidas y tamaños de diseño en relación a tallas sean seguidas al pie de la letra, para que el positivo quede en la correcta posición, porque una vez expuesta la pantalla, los errores en que se incurran ya no se pueden corregir y la única opción posible es recuperar la pantalla lo cual generaría atrasos y costos adicionales.

Otro detalle fundamental para la correcta ejecución de este proceso es la calibración, debido a que a través de la misma se pueden determinar los tiempos óptimos de exposición a manejar según la resolución de líneas que requiera el diseño, sin embargo no se realiza, sino que se deja al criterio según experiencia del operario de pre-prensa de turno, quien por observación del positivo determina el tiempo de exposición de la fuente ultravioleta.

Esta calibración consiste en el uso de un calculador de revelado, el cual dependiendo de la marca va a tener diferentes áreas de transparencia, en el caso de la Ulano, tiene 5 áreas con diferente factor de transparencia: 1,0, 0,7, 0,5, 0,33, 0,25, cada filtro indica que porcentaje de rayos ultravioleta se deja pasar. El filtro 1 deja pasar el 100% de los rayos, el 0,7 el 70 % y así sucesivamente. En la figura 18 se muestra un calculador de revelado de Ulano.

Figura 18. **Calculador de revelado Ulano**

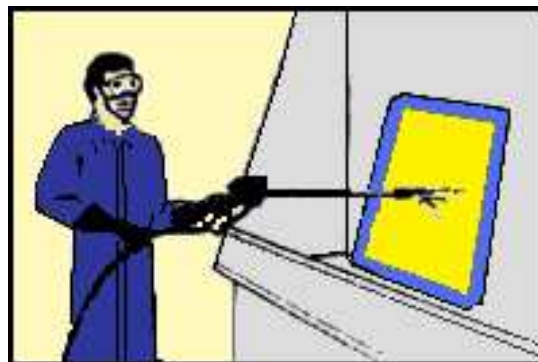


Fuente: http://www.screenprintingsupplies.com/Ulano_USW.htm%7CNGHHX55M8D4WIZ9U

Revelado de pantallas

Después de exponer la pantalla, es lavada por medio de una pistola a presión de agua para eliminar la emulsión que no fue curada y dejar abiertas las secciones que son de interés para el diseño. La presión indicada debe ser de 1 000 Psi, sin embargo no se conoce la presión que se maneja, además la forma de inspeccionar si las zonas abiertas son las correctas es a simple vista colocando la pantalla a la luz, lo cual puede dar origen a errores según la habilidad y la experiencia del operario que lo realice.

Figura 19. **Revelado de pantalla**



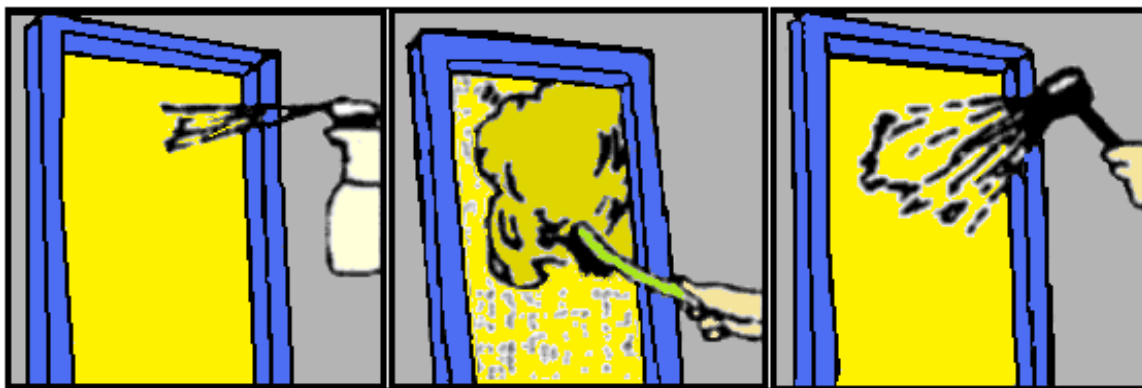
Fuente: elaboración propia.

© Recuperación de pantallas

Una vez la pantalla ha cumplido su función se debe reciclar a través de un proceso de recuperación con la siguiente secuencia de pasos: eliminar la pintura, quitar el adhesivo, adicionar removedor, agregar agua a presión, adicionar *thinner*, agregar agua a presión, adicionar desengrasante, agregar agua a presión, y el último paso con el que se elimina el agua usando para ello el horno ubicado en el cuarto oscuro.

Si la planificación no fue bien realizada, muchas veces al día debe repetirse este proceso pues la carencia de las pantallas y la urgencia de grabar artes de otros clientes que también deben ser atendidos sus pedidos, hace que se multiplique el trabajo, se haga mayor uso de los materiales propios de esta actividad como *thinner*, removedor, desengrasante, etc., aumentando el tiempo de entrega del producto y recargando mucho al personal de dicha área. En la siguiente figura se resume el proceso que se aplica.

Figura 20. **Recuperación de pantallas**



Fuente: elaboración propia.

C. Tintas

Área donde se realiza la preparación de las tintas para ser usadas en la impresión de las artes. También se hacen ensayos de colores de tinta para potenciales clientes que desean observar la calidad del trabajo que ofrece la empresa.

En esta área es determinante que el color de la tinta coincida exactamente con el color proporcionado por el cliente a través del código Pantone, para cumplir con lo anterior se hace uso de una balanza, un mezclador tornado, la carta de color Pantone y otros insumos auxiliares que aseguren la coincidencia de color.

Una de las dificultades encontradas a demás del poco orden en el almacenamiento de las tintas es que la balanza que se usa tiene una capacidad limitada, la cual no permite realizar grandes volúmenes de tinta, mayores a 1 000 gramos, por lo que debe realizarse en dos o más partes, así mismo la sensibilidad de la balanza afecta al no poder medir cantidades muy pequeñas con exactitud pues se puede llegar a tener un error de hasta un gramo, es claro que cuando se hace la formulación para las muestras, puede variar al ser trasladado a mayores volúmenes pudiendo ser diferente el tono del color de la muestra y el del trabajo de serigrafiado, pues las escalas de trabajo son diferentes.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que escasean los recipientes para realizar las formulaciones, no se lleva registro de las tintas formuladas, de forma que si un cliente antiguo quiere volver a realizar un trabajo con una tinta determinada, hay que volver a formularla, lo que muchas veces interfiere con la producción de las otras tintas de los clientes.

También las modificaciones que se hacen a las formulaciones no se registran, haciendo tedioso y difícil volver a lograr el color requerido, cargando mucho el trabajo del tintero, que generalmente trabaja solo y a veces tiene un aprendiz de ayudante que realmente no es de mucha ayuda pues es inexperto en este tema, ya sea por reciente contratación o porque se está acostumbrando al sistema de formulación que se usa en la empresa.

3.2.2. Producción

Área donde se realiza la transformación de la materia prima (playeras confeccionadas, playeras en corte, bolsas, etc.) a través de la técnica de serigrafía, hasta obtener el producto final, con el diseño pedido por el cliente.

3.2.2.1. Área de inspección

Esta es un área vital del proceso, ya que de ella depende que el producto terminado cumpla con las especificaciones dadas por el cliente y que no tenga ningún defecto. Está ubicada al final del horno de curado, en una mesa similar a la de la figura 21, los operarios asignados deben verificar que se cumpla con las medias de ubicación, que el arte sea el correcto, que no hayan manchas de tinta, fugas de color sobre color, etc.

Los principales inconvenientes notados son que el personal designado a esta área tiene baja escolaridad: primaria o menos, lo que les dificulta que puedan emplear correctamente las medidas de las cintas métricas especialmente en pulgadas, desconocen los detalles del arte que se va a imprimir y generalmente se usan las personas de nueva contratación sin darles inducción del puesto.

Por lo cual en sus primeros días de trabajo cometen errores como dejar pasar piezas que tienen fugas, manchas de tinta, la posición del diseño equivocado, todo ello incide en que haya retrasos en la producción.

Figura 21. **Mesa de recepción de piezas**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.2. Desmanche y retoque

Una vez ha fallado el área de inspección le toca a esta área reparar lo dañado.

En el desmanche se limpian las piezas que por fugas en la seda, rompimiento de pantalla, derrames de pintura en las paletas del pulpo, son salpicadas o manchadas por la pintura usada en la impresión (plastisoles).

Su área física consiste en una mesa donde se ubican dos a tres pistolas con líquido desmanchante y una manquera con aire comprimido para secar, cuando hay mucho trabajo, es insuficiente la cantidad de pistolas y el espacio de la mesa, por lo cual se acumulan alrededor de la misma, los operarios esperando que se desocupe para poder hacer el desmanche, lo que dificulta la libre locomoción de los operarios de las máquinas de serigrafiar automática y manual y del resto del personal.

Figura 22. **Mesa de desmanche**



Fuente: elaboración propia.

El retoque aunque no tiene un lugar físico determinado, generalmente se hace en las mesas de corte que se encuentran en las instalaciones, se ocupan totalmente cuando es mucho lo que hay que reparar o parcialmente si el volumen de las reparaciones es poco. Igualmente el personal puede variar en cantidad según la severidad de los defectos.

Muchas veces se da el problema de espacio, ya que por no ser las mesas de uso exclusivo para retoque sino que son usadas para otras actividades hay que compartir dicho espacio, dificultando su pleno desenvolvimiento.

Es por ello que surgen problemas de mezcla de los cortes ya procesados, confundiéndose las tallas, los paquetes, las cantidades de piezas y las etiquetas de identificación, lo que al final produce el efecto de uso de tiempo extra para intentar ordenarlos ya que existe desconocimiento de los operarios del número de paquetes, las tallas y las cantidades correspondientes a cada uno.

De aquí también se determina que piezas podrán ser reparadas o separadas como segundas. Lo anterior se ilustra en la siguiente figura.

Figura 23. **Mesa de retoque**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.3. **Transfer**

El transfer es la calcomanía impresa con tintas, que reaccionan con el calor y se transfieren a una superficie.

Las máquinas que se usan se conocen generalmente como sublimadoras, el espacio del área es pequeña, a veces el manejo de las piezas a producir es difícil, el calor que emite la plancha puede cambiar el color de las piezas por lo que después que se transfiere hay que mojarlas con agua, esto quita mucho tiempo a otros operarios que deben auxiliar esta actividad para que las piezas no sean regresadas por el cliente.

Por eso es conveniente realizar pruebas con la tela de las piezas para explicar con anticipación al cliente lo que sucede con la tela de su producto, para evitar problemas.

3.3. Proceso de producción

Se hace un análisis de los principales procesos que se realizan en la empresa, haciendo uso de diagramas de operaciones, diagramas de flujo, diagrama hombre-máquina, diagrama de recorrido, balance de línea.

3.3.1. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica que permite determinar el tiempo para realizar una tarea con la mayor exactitud posible, partiendo de un número determinado de observaciones.

Al realizar el estudio de tiempos se podrán establecer los tiempos estándares para poder realizar los diagramas de los procesos que se hacen dentro de la empresa.

3.3.1.1. Estudio cronométrico de tiempos

Básicamente para realizar el estudio de tiempos se usaron los métodos de lectura vuelta acero en el caso de actividades con operaciones prolongadas y continua cuando las operaciones tenían ciclos cortos, en el tema de tiempos estándar se indica la forma en que se manejó el número de observaciones usadas.

Para la toma de tiempos cronometrados de las operaciones que se realizan en pre-prensa y producción se utilizó el siguiente formato para registrar los tiempos.

- a. Se observaron las operaciones tipificándolas con un nombre, por ejemplo Operación 1 para la operación cargar en el caso del proceso *transfer*.
- b. Se seleccionó el operador, tomando en cuenta su años de experiencia en la realización de la tarea, facilidad al realizar la tarea, para ello se usó un operario medio, calificándolo como 100 %.
- c. Se determinaron las tolerancias tomando la información de márgenes o tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares**

Descripción	%
Tolerancias constantes	
Tolerancia personal	5
Tolerancia básica por fatiga	4
Tolerancias variables	
Tolerancia por estar de pie	2
Alumbrado deficiente	
Muy inferior	2
Condiciones atmosféricas	3
Esfuerzo mental	
Proceso moderadamente complicado	1
Monotonía	
Moderada	1
Total	18

Fuente: <http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/unidad8/unidad8tema6.htm>

- d. Se recabó la información en el formato de la tabla VII.
- e. Se determinó el número de muestras a usar como sigue:
 - Ⓢ Se tomaron 10 datos de la primera operación, se determinó la desviación estándar, el promedio. En el caso de la producción automática se presentan los datos cronometrados respectivos en la tabla mostrada a continuación:

Tabla IX. **Datos cronometrados producción automática**

0.18	0.12	0.15	0.10	0.17	0.12	0.15	0.08	0.13	0.13
Desviación estándar				(Desv. Est.)			0,0289		
Promedio (X)							0,13		

Fuente: elaboración propia.

- Ⓢ Se calculó si el tamaño de la muestra era la apropiada utilizando la fórmula:

$$\text{Número de mediciones (N)} = (K \cdot \text{Desv. Est.})^2 / (E \cdot X)^2$$

Donde:

K: constante según el porcentaje de riesgo del error.

Desv. Est: Desviación estándar.

E: Error en la medición que se desea tener.

X: es la media aritmética de los datos.

Aplicando la fórmula con:

E= 5%, K de riesgo al 5%=2

$$N = (2 * 0,0289)^2 / (0,05 * 0,13)^2$$

N= Número de mediciones= 76 para obtener un error del 5% y un riesgo de error del 5%.

Se determinó el tiempo estándar

Para ello se tomaron 100 muestras obteniendo una media de 0,17 minutos, usando 18% de concesiones y calificación del operario del 100%.

La fórmula a aplicar se indica a continuación:

$$T_s = T_n * (1 + \% \text{ concesiones})$$

Donde:

T_s= Tiempo estándar

T_n= tiempo normal= T_c * % de calificación del operario. Si la calificación del operario es del 100% entonces el tiempo cronometrado T_c es igual al tiempo normal.

$$T_s = 0,17 * (1 + 0,18) = 0,20 \text{ minutos}$$

Tabla X. **Tiempo estándar producción automática**

Tc	Calificación op.	Tn	Concesiones	TS
0,17	100%	0,17	18,00%	0,2

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta el proceso anterior pero aplicado al área de *transfer*.

Tabla XI. **Tiempo estándar área de *transfer***

TRANSFER									
Datos cronometrados operación 1									
0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03
Desv.est.	0,0076								
Prom.(X)	0,04								
Numero de mediciones(N):	$(K \cdot \text{Desv.Est})^2 / (E \cdot X)^2$								
N	65								
Error (E)	5%								
Riesgo 5%(K)	2								
Se necesitan 65 mediciones para tener un error del 5% y un riesgo de 5%									
Después de realizar la toma de 130 datos se obtuvo un promedio de 0,04 min.									
OPERACIÓN 1									
Tc	Calificación op	Tn	Concesiones	TS					
0,04	100%	0,04	18,00%	0,05					
OPERACIÓN 2									
Tc	Calificación op	Tn	Concesiones	TS					
0,07	100%	0,07	18,00%	0,08					
OPERACIÓN 3									
Tc	Calificación op	Tn	Concesiones	TS					
0,10	100%	0,10	18,00%	0,12					
OPERACIÓN 4									
Tc	Calificación op	Tn	Concesiones	TS					
0,17	100%	0,17	18,00%	0,20					
OPERACIÓN 5									
Tc	Calificación op	Tn	Concesiones	TS					
0,04	100%	0,04	18,00%	0,05					

Fuente: elaboración propia.

De esta forma se calcularon los tiempos estándar de las otras áreas que operan en la empresa. Estos resultados se usaron para hacer los diagramas de operaciones y de flujo, balance de línea, diagrama hombre-máquina.

3.3.2. Diagrama de operaciones

Los diagramas de procesos son una representación gráfica de los pasos que deben hacerse en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, en el se incluyen las operaciones e inspecciones.

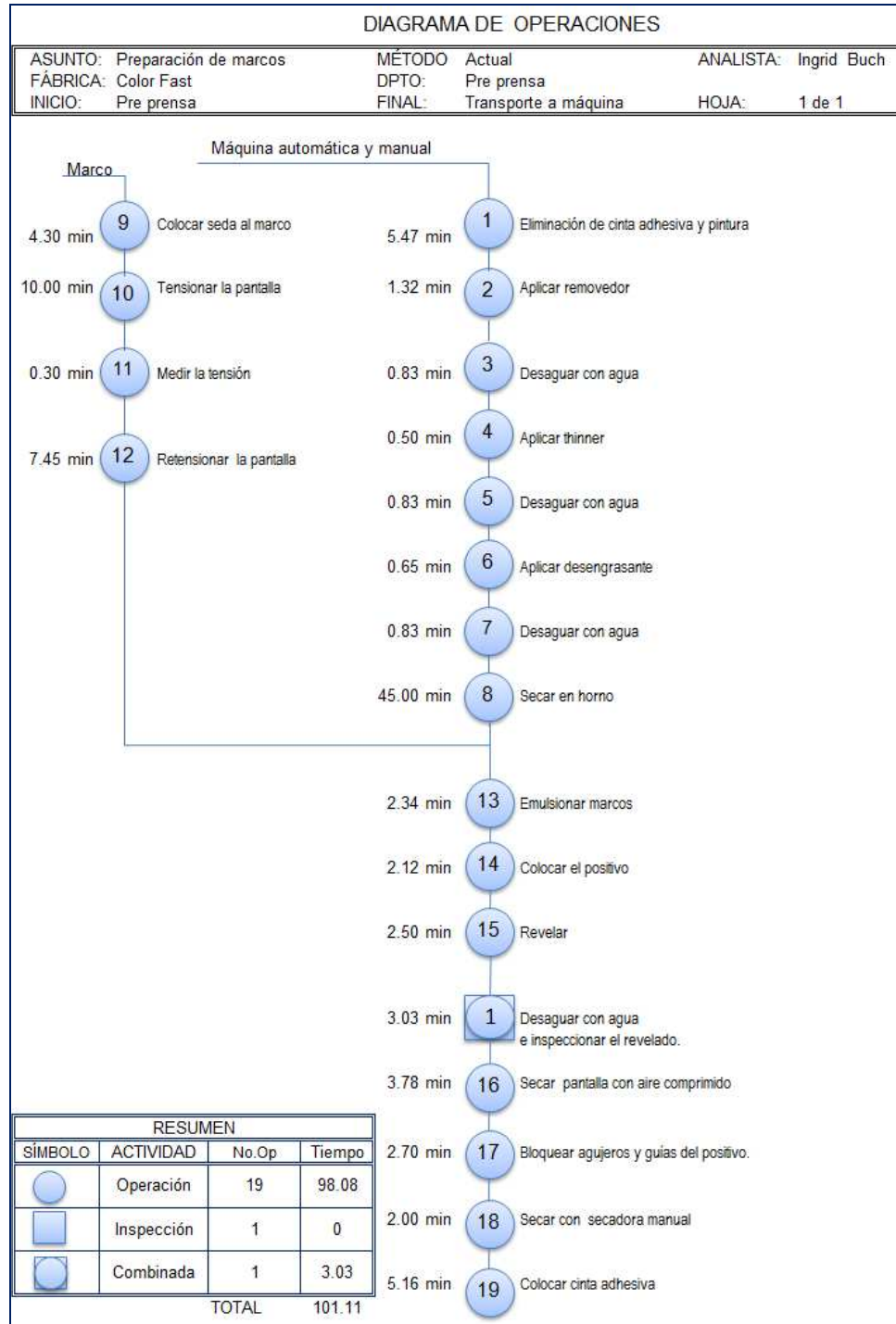
Debido a que la empresa no cuenta con sus diagramas de operaciones, éste se determinó haciendo uso de las técnicas usuales de ingeniería de métodos y empleando los símbolos habituales de estos diagramas, los procesos analizados comprenden las áreas de pre-prensa, producción, siendo éstos: elaboración de pantallas, *transfer*, *glitter*, impresión manual y automática.

Diagrama de operaciones de las pantallas

Para elaborar las pantallas se siguen dos rutas, una de ellas implica el reacondicionamiento de las pantallas usadas en previas impresiones al ser pasadas por el proceso de recuperación, en la otra hay que iniciar desde la preparación de la pantalla con la seda respectiva, teniendo que ensedar el marco, ajustar la tensión, esperar el tiempo de relajación.

Aquí la etapa más importante y que lleva más tiempo es el tensado, debido a que es de forma manual y que algunas veces por no controlar muy bien la tensión aplicada, se rompen las sedas generando costos por la tela dañada y el tiempo perdido usado para tensar el marco.

Figura 24. Diagrama de operaciones de las pantallas



Fuente: elaboración propia.

Las operaciones que llevan más tiempo son el secado en el horno y el tensado de la pantalla, de ellas depende que no se demore más tiempo del debido. Cuando la cantidad de artes a imprimir es bastante, es difícil que se tenga suficiente espacio en el horno para que se sequen las pantallas, haciendo que se retrase la producción de pantallas.

La única inspección que se realiza es casi al final en la operación posterior al revelado cuando se verifica si el tiempo de exposición en la máquina de insolación fue suficiente, si el arte fue posicionado en el lugar apropiado respetando medidas y tallas y si el emulsionado fue correcto, todo esto al observar ausencia de fugas en la pantalla, al colocarla a contraluz. Si las fugas presentes son pequeñas y no afectan el diseño, se tapan con emulsión y se secan, pero si son significativamente grandes y deforman el diseño a imprimir, hay que reprocesar las pantallas y repetir el proceso hasta obtener una pantalla que reúna los requisitos de calidad.

Diagrama de operaciones de *transfer*

El *transfer* es un tipo de calcomanía en cuya superficie se ha impreso un arte que puede ser removida a otra superficie, en este caso tela, con la acción del calor. A nivel industrial se usan planchas especiales donde se puede graduar el calor, la presión, tiempo de exposición.

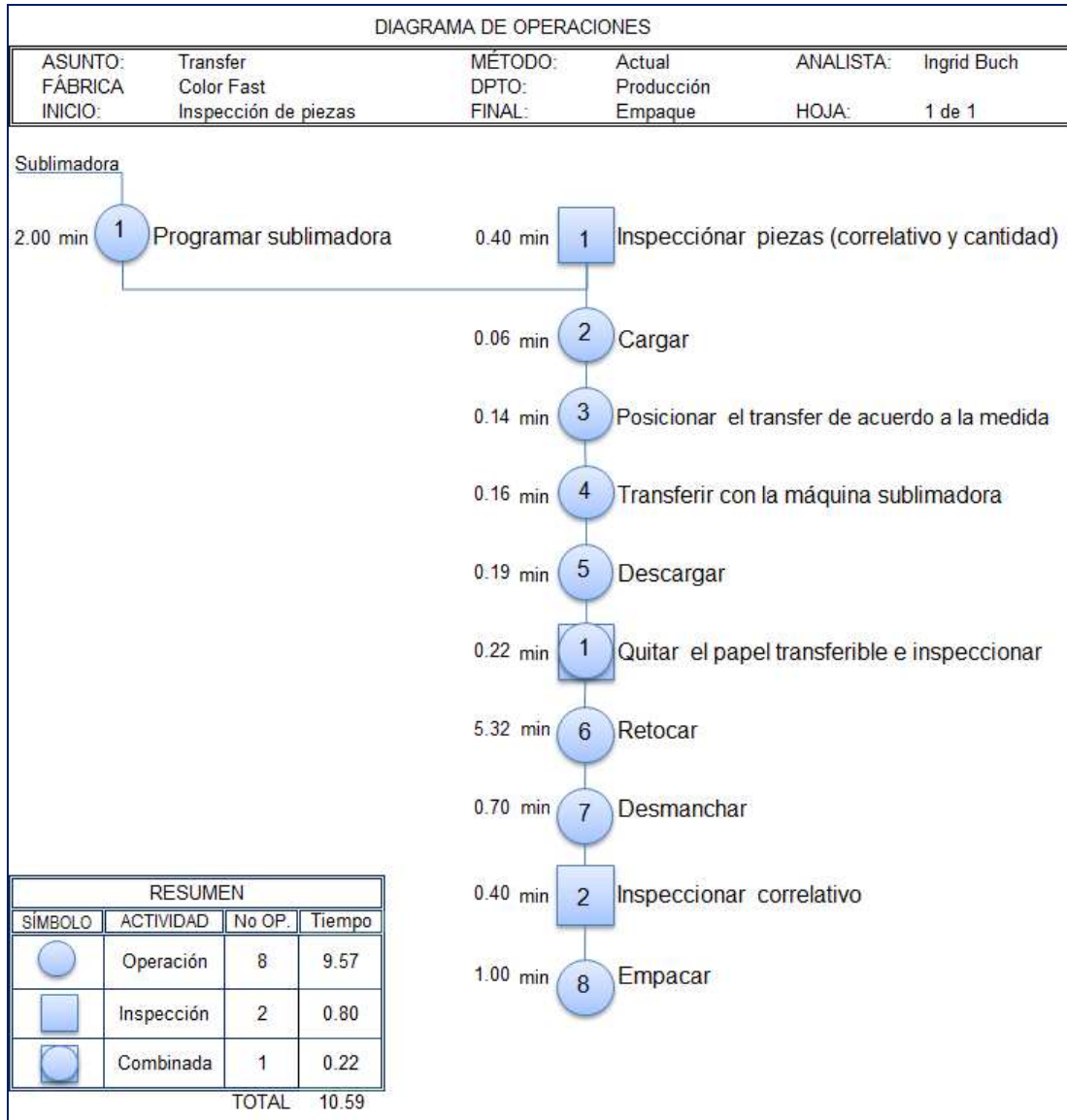
La altura donde se ubican las planchas dificulta el trabajo a la mayoría de los trabajadores, tomando en cuenta que se asigna esta tarea a mujeres, cuya estatura es generalmente baja, impidiendo el ágil posicionamiento de los *transfers* en las prendas, respetando medidas y centrado, haciendo que exista cansancio extra inherente a la actividad, pues se está parado por largas horas,

haciendo que el rendimiento del operario decrezca y aumente el tiempo de proceso.

Otra fuente de retraso constituye el hecho de que antes de poner en marcha la producción, no se hacen pruebas de los *trasfers* proporcionados por el cliente ya sea porque el número dado es el exacto a producir, porque no hubo comunicación para pedir cierta cantidad para pruebas o la calidad dada es diferente a la enviada con anterioridad, ya que algunos dan dificultad al no funcionar bien con las condiciones de temperatura, tiempo y presión dados por el cliente, retrasando y echando a perder algunas piezas. Así mismo no se prueban las planchas, algunas dan problemas y no cumplen con las condiciones de operación de las otras.

Esta actividad requiere de 8 operaciones, 2 inspecciones, siendo las más tardadas el retoque y la programación de la sublimadora, por ello es muy importante que inicialmente se hagan pruebas para comprobar el buen funcionamiento de la sublimadora y no sea necesario realizar el retoque de la pieza, porque algunas no podrán ser reparadas y tendrán que ser segundas.

Figura 25. Diagrama de operaciones *transfer*



Fuente: elaboración propia.

🌀 Diagrama de operaciones de *glitter*

El *glitter* es una mezcla de brillantina inmersa en una base gelatinosa que se aplica en forma de presión usando una pistola a presión. La velocidad a la

que pasan las prendas por una banda transportadora puede dificultar que al salir de la misma, sean colocadas adecuadamente en el horno de secado, pudiéndose perder donde inicia un paquete y finaliza otro, perdiéndose tiempo para ordenarlos posteriormente.

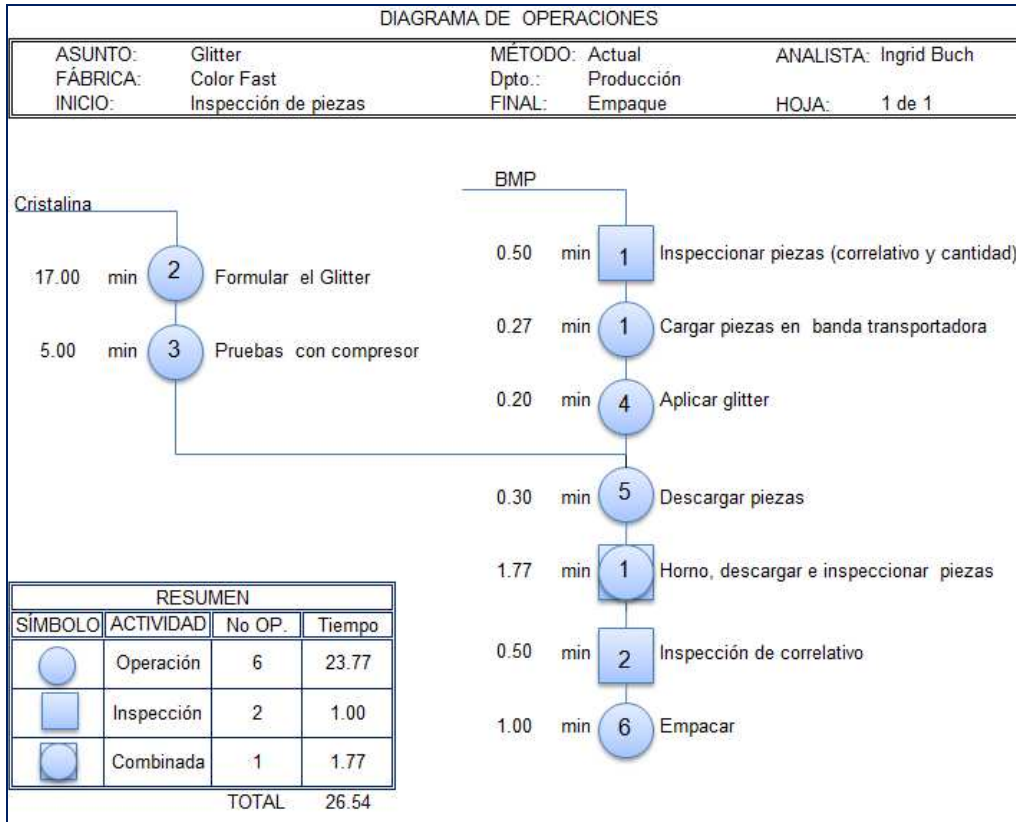
La pistola muy pocas veces falla, y cuando lo hace es debido a que se tapa la boquilla de la pistola por el material que debe pasar por ella.

Otra forma de en que se detiene la producción es cuando se acaba el material y hay que recargar la pistola, pero si no hay material listo para recargarla, hay que prepararlo en ese instante. Generalmente esta actividad se realiza en el turno de la noche, pocas veces se realiza en el día, esto ocurre cuando es mucho el trabajo por realizar y las horas de la noche no han sido suficientes para terminar el pedido.

Son imprescindibles dos operaciones y dos inspecciones para aplicar el *glitter*, la operación que consume más tiempo es la formulación del *glitter* y hacer las pruebas para que el roció sea uniforme y deje una capa adecuada ni muy gruesa, ni muy delgada. Si no se realiza una buena planeación de la cantidad de fórmula a usar, puede usarse más tiempo del necesario para cumplir con las piezas a entregar, al interrumpirse el proceso por falta de materia prima.

A continuación se presenta el diagrama correspondiente:

Figura 26. Diagrama de operaciones *glitter*



Fuente: elaboración propia.

📌 Diagrama de operaciones de impresión en máquina automática y manual.

Esta es la actividad fundamental de la empresa, especialmente la producción en la máquina automática. Esta depende de las actividades del área de Pre-prensa, tintas y programación, bodega, si uno de los insumos no están a tiempo, entonces se retrasa la producción.

Es de vital importancia que las pantallas ya estén listas para el trabajo, las especificaciones del cliente, las tintas y los paquetes de los cortes en orden para iniciar el trabajo.

Se empieza con la preparación de la máquina, que incluye colocar tape en las tablas, trazar medidas según tallas, alinear las pantallas de forma que coincida con las medidas previamente trazadas, hacer pruebas para calibrar la máquina con respecto al ángulo de rasero, presión de rasero, altura de pantalla, etc.

Por la premura del tiempo, algunas veces no es posible vigilar todos los aspectos anteriores de manera que se producen más fallas y paros de lo normal, como consecuencia más piezas dañadas que pasan algunas a desmanche y retoque y otras definitivamente ya no tienen arreglo y pasan como segundas.

Otro factor que dificulta que no se lleve a cabo en un 100% el trabajo, es que a veces a la mitad de producción de un cliente, hay que desmontar todas las pantallas y montar los artes de otro cliente, ya sea por no cumplir con los pedidos, reposición de piezas, malas medidas, tratar de cumplir con los clientes que se sabe que son muy exigentes, dejando de último los menos rigurosos o por emergencias de pedidos urgentes de clientes que necesitan exportar y no llegaron a las cantidades pedidas.

De las 11 operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de impresión las que más llevan tiempo son: la limpieza de tablas, el trazo de medidas, revisar raseros y colocar *maskin tape*, si estas tareas no se hacen desde el principio bien, aumentan el tiempo destinado para las mismas y por ende de la producción total.

No se lleva un control de las piezas que produce la máquina sino que para saber cuánto se está produciendo se ve en la pantalla de la máquina un dato instantáneo que dice a qué velocidad salen las piezas, pero realmente no es un

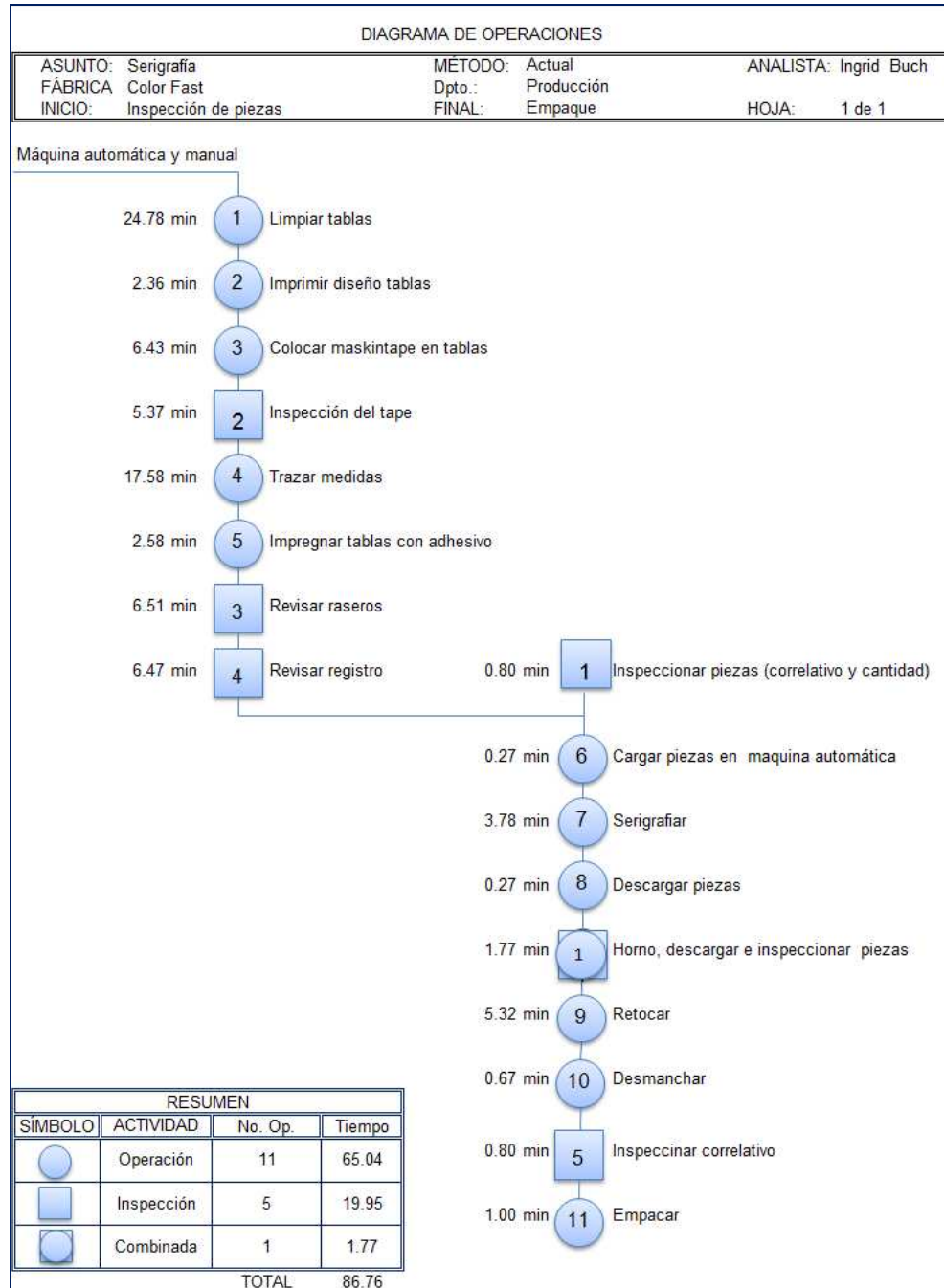
indicador consistente porque no indica lo que pasó hace media hora o una hora porque es cómo se va imprimiendo en el instante que se consulta, puede ser que en ese momento no haya existido ningún problema o paro, por lo que las piezas por hora producidas será alto.

La máquina manual básicamente lleva las mismas operaciones, excepto las de ajuste de rasero y demás, ya que conforme va imprimiendo el operario va ajustando automáticamente dichos elementos de forma manual, cabe hacer notar que de la experiencia y habilidad que posea van a depender estos ajustes, y no va a ser igual de un operario a otro. El único inconveniente es la velocidad de producción, la cual depende del operario que imprima, si es lento se imprime poco y si es rápido se imprime una cantidad media de piezas o superior a la media, la ventaja es que la cantidad de segundas es mucho menor que en producción automática como se indica más adelante. También presenta la ventaja que al haber algún desperfecto el tiempo de compostura es menor y las segundas son pocas.

Tampoco se lleva registro de lo que se produce, se pregunta al encargado de bodega y según la cantidad de los paquetes entregados, se hace un estimado de cuántas piezas van produciéndose.

En la siguiente figura se indica el diagrama respectivo, teniendo las mismas operaciones para máquina automática y manual excepto las indicadas con anterioridad.

Figura 27. Diagrama de operaciones impresión máquina automática y manual



Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo, a diferencia de los diagramas de operaciones, ofrecen mucha mayor información de los procesos que se hacen en una empresa, porque además de contener las operaciones e inspecciones, contienen los transportes, las demoras y los almacenamientos, lo cual da una mejor idea del tiempo que se invierte en la producción de un bien o servicio.

Debido a que tampoco la empresa cuenta con dichos diagramas, se determinaron las operaciones de cada una de las áreas abarcadas en este estudio, y se tomaron los tiempos cronométricos respectivos siguiendo el procedimiento indicado con anterioridad en la sección de tiempos estándares, lográndose dilucidar el tipo de operaciones llevadas, el tiempo usado, las inspecciones, los transportes, las demoras, etc., a continuación se explican y se muestran los diagramas obtenidos.

Diagrama de flujo de operaciones de las pantallas

En este diagrama se puede observar que existe una demora de 240 minutos (4 horas) para dejar reposar la pantalla, una vez se ha tensado, esta demora es necesaria para garantizar que más adelante cuando se esté usando ya en producción la tensión inicial con la que se tensó sea la misma, debido a que la seda tiene un comportamiento de pérdida de tensión (relajación), por lo cual debe ser retensionada antes de estar lista.

Sin embargo la demora no es en vano sino beneficiosa para el proceso, es cierto que es mucho tiempo y la escasez de marcos es un buen incentivo para dejar reposando las pantallas menos tiempo, pero a corto plazo se pueden ver

los efectos negativos en la fase de producción donde hay que ajustar las condiciones de la máquina por la disminución de tensión en la seda.

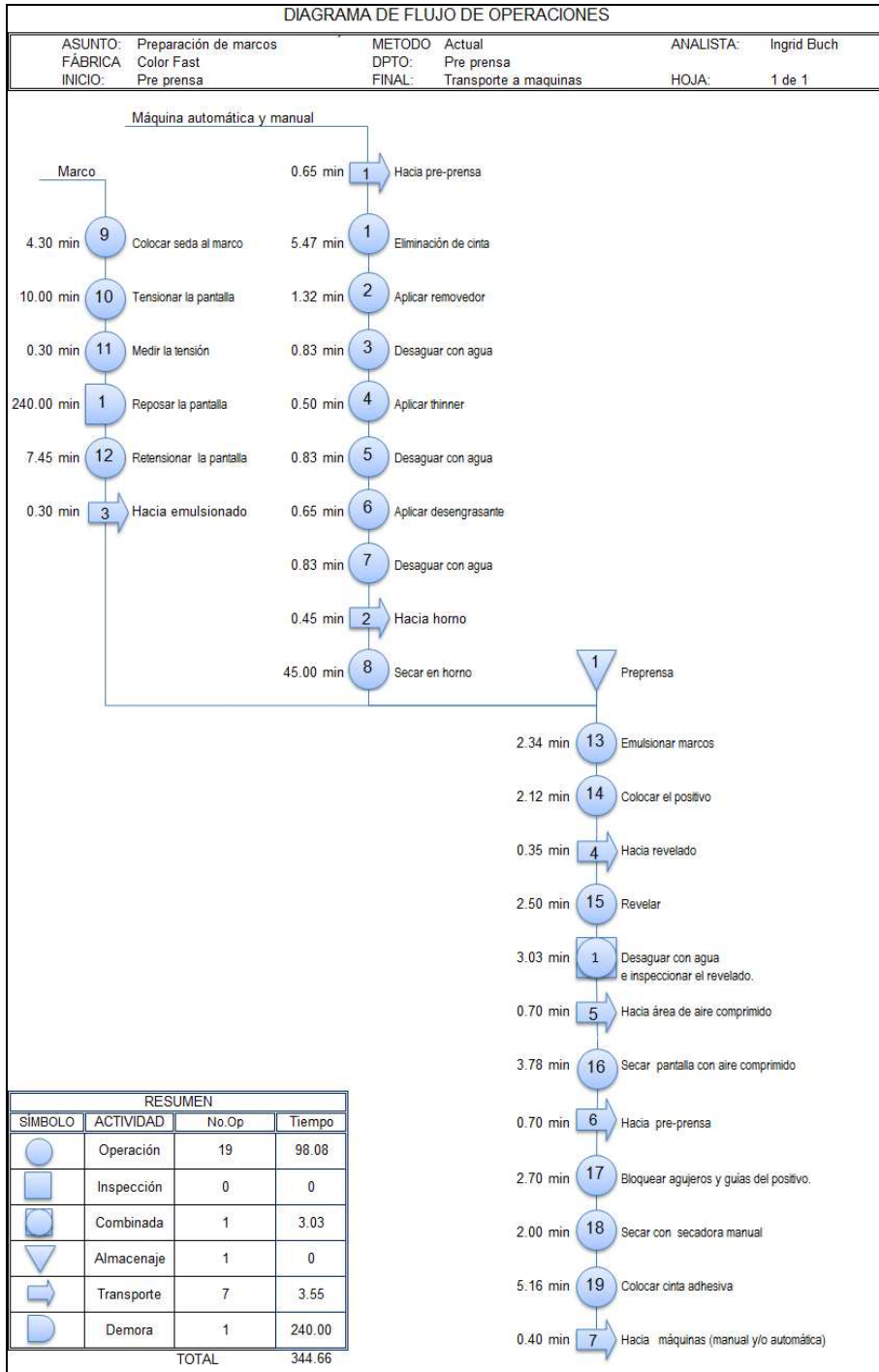
Un aspecto importante de hacer notar es el tiempo que se usa en los trasportes, 6,13 minutos por cada pantalla o dos si se llevan dos, una en cada mano en cada traslado, ahora bien si se hacen 12 traslados, cuánto tiempo se invierte en esto, 6 veces lo dicho anteriormente, es una pérdida de tiempo innecesario y que podría emplearse en realizar otras operaciones más vitales para la producción.

Es por ello que debe hacerse más eficiente esta operación, ya sea transportando más insumos en un solo viaje usando algún tipo de aditamento como una caretila con ruedas o cambiar la distribución de la empresa de manera que disminuyan los transportes, o una combinación de ambas opciones, lo importante es hacer que el tiempo disminuya en la transportación de insumos.

Por el espacio físico presente en pre-prensa también es difícil mantener la cantidad de pantallas con las que se cuenta, teniéndose muchas veces que reprocesar. Para sortear esta dificultad sería necesario hacer mejor uso del espacio, para ello se puede incluir una estantería o un anaquel adecuado para guardar pantallas del tamaño usado en la empresa, organizados de tal forma que no dificulte su manejo y fácil acceso.

En este diagrama se incluyen 19 operaciones, 7 transportes, 1 almacenaje, 1 demora, 1 combinada, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 28. Diagrama de flujo de operaciones de las pantallas



Fuente: elaboración propia.

Diagrama de flujo operaciones de *transfer*

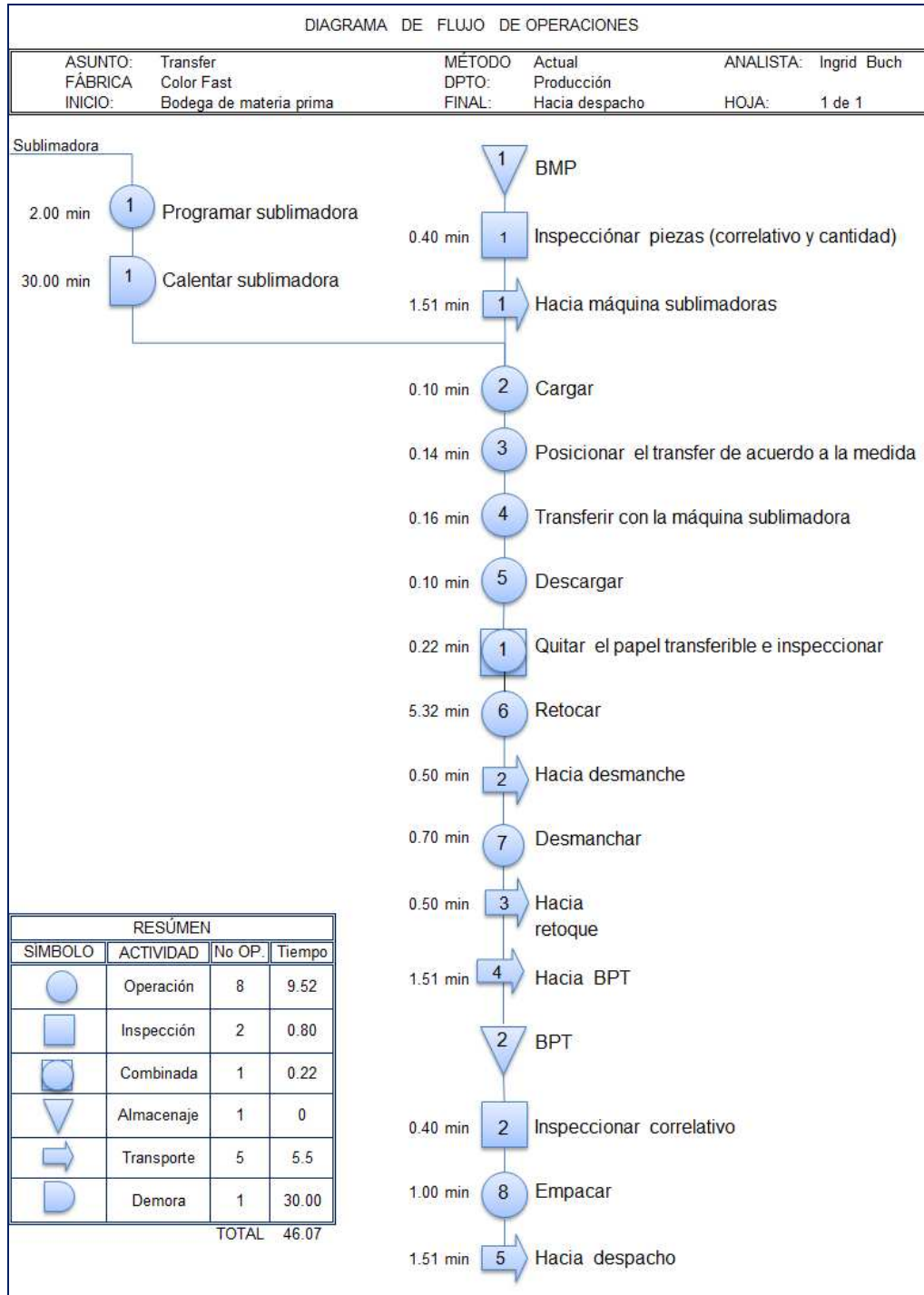
La demora usada para el calentamiento de la máquina sublimadora, es sin duda indispensable para lograr una buena transferencia de los *transfer*, de lo contrario el efecto es una transferencia parcial del diseño ya sea que le haga falta un pedazo o que sólo se transfiera la capa superior en contacto con la tela y no completamente, dando como resultado potenciales segundas.

Los cinco transportes encontrados son necesarios para llevar a cabo esta actividad, sin embargo el transporte que podría mejorarse o hacerse más eficiente es el de hacia el área de retoque y desmanche, pues cada vez que sale una pieza defectuosa, hay que llevarla al área de acabado, invirtiéndose mucho tiempo, haciendo el traslado pieza por pieza.


Lo ideal entonces es que cuando haya un buen grupo de piezas defectuosas se lleven a desmanche y retoque. Lo mismo puede aplicarse con los otros transportes, debe buscarse un mecanismo para transportar mayor cantidad de piezas en un solo viaje que evite retardar la producción por los traslados a otras áreas.

En el cuadro resumen de la figura que se muestra en seguida se indica el número de operaciones necesarias, los transportes, las demoras, el almacenamiento y las operaciones combinadas, así mismo su respectivo tiempo, obtenidos de su estudio cronométrico y la aplicación de tiempos estándares visto en secciones anteriores .

Figura 29. Diagrama de flujo de operaciones *transfer*

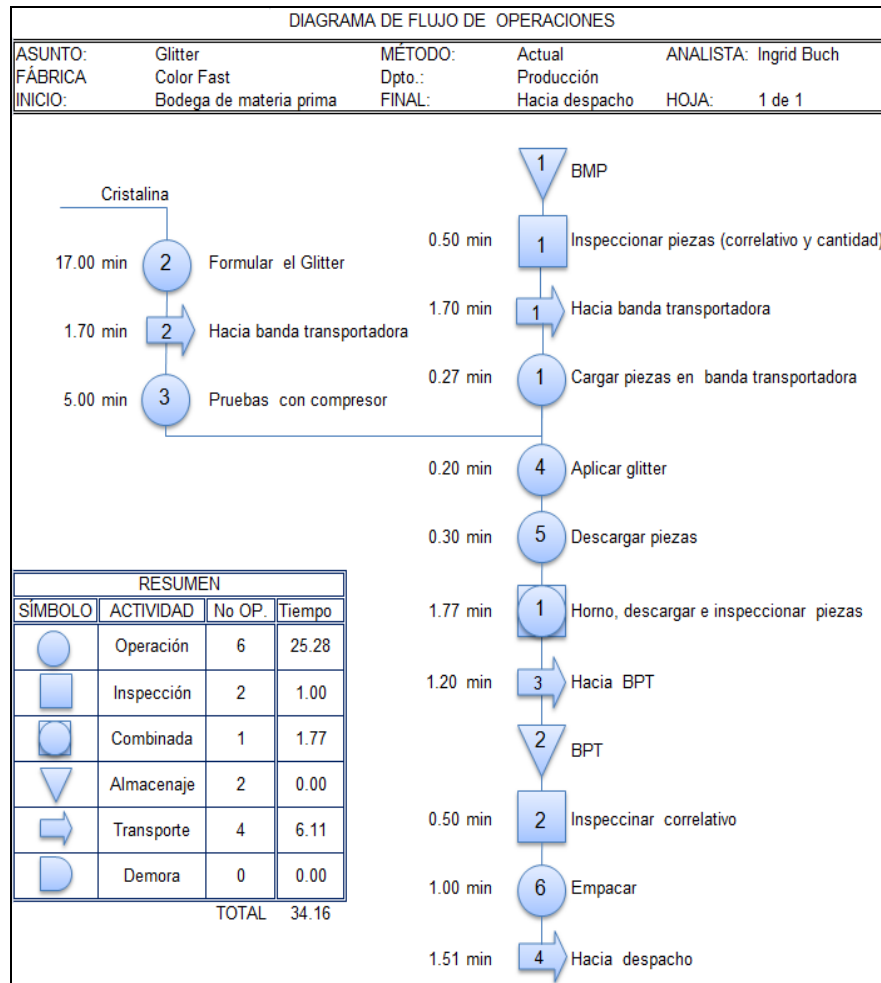


Fuente: elaboración propia.

 Diagrama de flujo operaciones de *glitter*

En esta actividad hay ausencia de demoras, los 3 transportes básicamente son de traslado de piezas de producto a imprimir a producto terminado, si la cantidad de piezas que se transporta es voluminoso, no hay problema con el retraso en la producción. En la siguiente figura se muestra el diagrama respectivo.

Figura 30. **Diagrama de flujo de operaciones *glitter***



Fuente: elaboración propia.

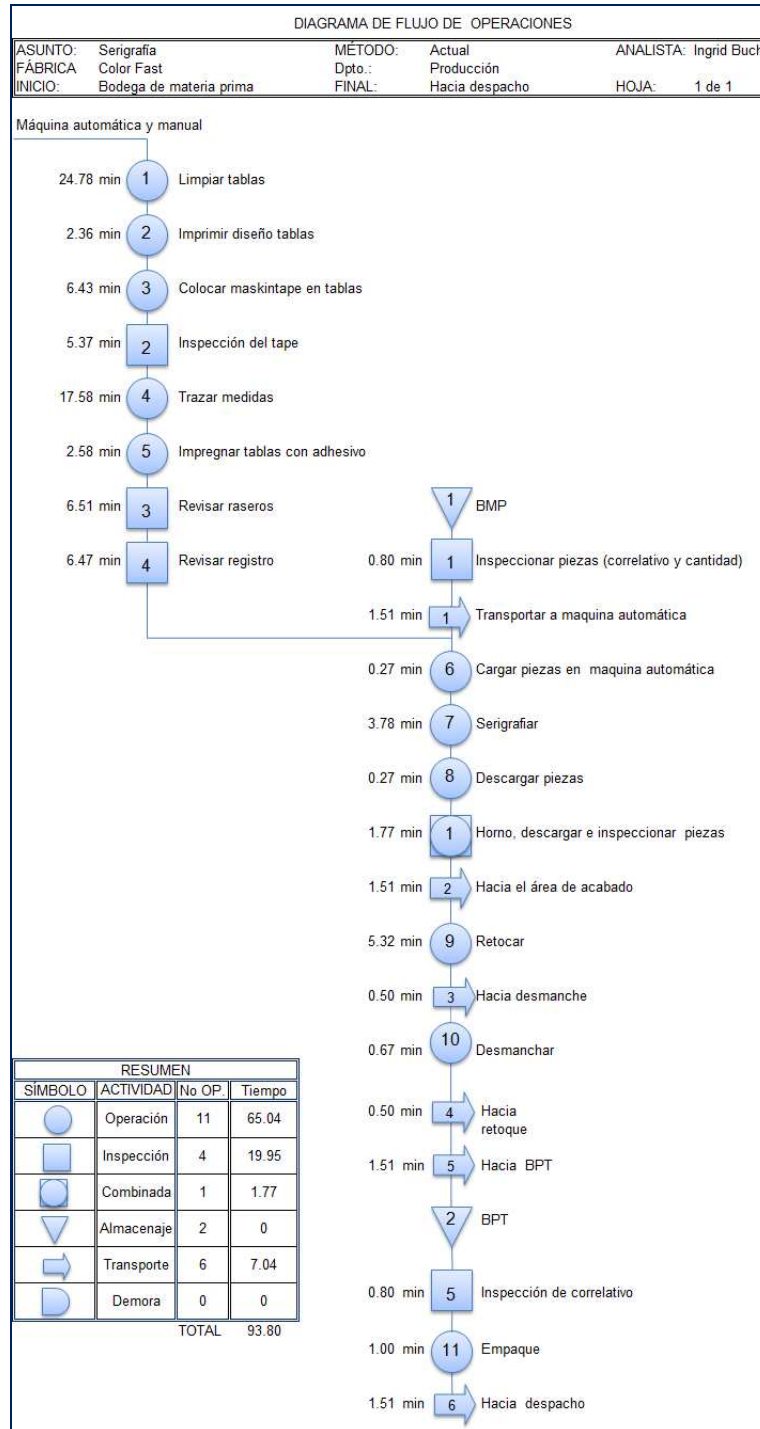
- ④ Diagrama de flujo operaciones de impresión en máquina automática y manual.

No existen demoras programadas dentro del área de impresión automática, no obstante si existen demoras por no conocer claramente que diseño o que talla se va a imprimir, fallos en la maquinaria, bajones de energía eléctrica, rompimiento de una o varias pantallas durante la producción, se acabó la tinta y hay que prepararla, no hay marcos disponibles para ser usados y tienen que ser grabados, revelados, secados y listos para producción, cambio de diseño de cliente porque urge entregar su producto, no existe control del producto en la bodega, poco acceso a hojas técnicas de los diseños, etc.

Los transportes son indispensables para concluir la impresión, pero no hay que abusar de ellos, se debe tratar la forma de transportar la mayor cantidad de producto en cada viaje para evitar que se prolongue la producción.

Tal como se indicó en los diagramas de operaciones, las operaciones que consumen más tiempo son la limpieza de tablas y el trazado de medidas, para agilizar estas actividades se podría usar el doble de operarios para que sea más rápida su finalización y no se convierta un cuello de botella o un impedimento para que la impresión de las piezas se retarde. A continuación se presenta el diagrama correspondiente:

Figura 31. Diagrama de flujo de operaciones de impresión



Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina es una representación gráfica que permite observar la secuencia de elementos que constituyen las operaciones en que interviene el hombre y las máquinas, para lograr conocer el tiempo usado por cada uno. Conociendo lo anterior se puede determinar la eficiencia del operario y de la máquina. Además muestra la relación de tiempo entre el ciclo de trabajo de una persona y el de la máquina.

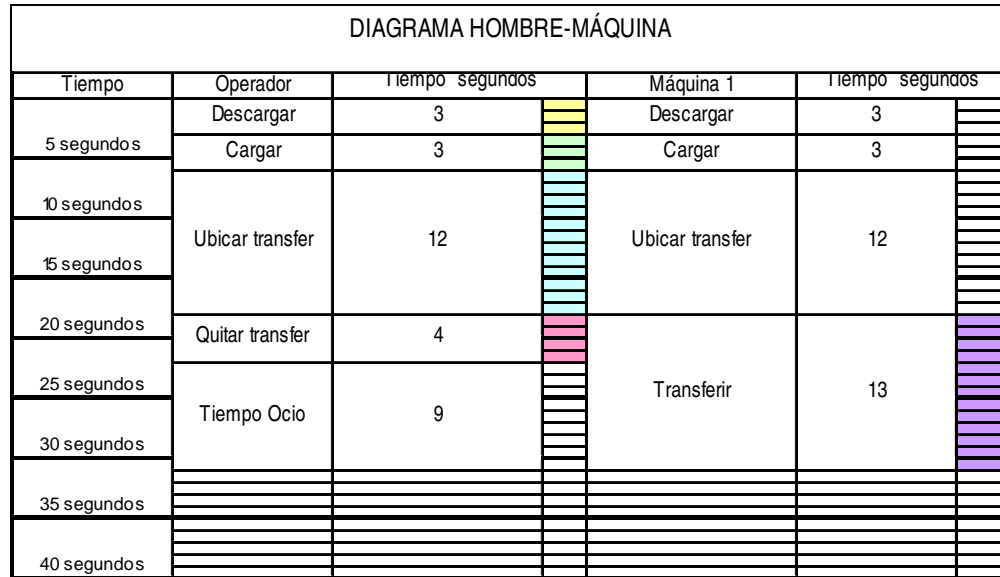
El diagrama hombre-máquina se aplicó a las máquinas sublimadoras, primero con un operario y una máquina (figura 32) posteriormente con un operario y 2 máquinas (figura 34). El resultado de los costos (Figuras 33) indican que se generan menos costos al emplear un operario y 2 máquinas, aunque los días de trabajo aumentan.

También hay que tomar en cuenta que cuando el operario maneja 2 máquinas su eficiencia disminuye más rápidamente por el cansancio y el grado de atención que debe tener para no confundirse debe ser alto, y no tener ninguna distracción. Entonces entre las dos opciones se debe sacrificar el costo o el aumento de días de producción.

Para realizar el diagrama se usó una escala en segundos, el tiempo del ciclo es el tiempo máximo usado en el proceso de la operación.

En la siguiente figura se indica el diagrama que muestra la relación entre los tiempos de las operaciones que realizan el operador y una máquina sublimadora.

Figura 32. Diagrama hombre-máquina de un operario y una máquina



Fuente: elaboración propia.

Los tiempos obtenidos en la figura 32 se obtuvieron de tomar tiempos y tipificar las operaciones del proceso de *transfer*, estos corresponden a tiempos cronometrados no estandarizados. Para desarrollar el estudio se determinaron los siguientes tiempos y porcentajes de utilización.

Tiempo de ciclo= Tiempo descarga + Tiempo carga + Tiempo de Inspección + Tiempo de preparación + Tiempo de operación = 31 segundos.

Tiempo productivo de la máquina: Tiempo de operación de la máquina = 13 segundos

Tiempo productivo del operario: Tiempo de operación del operario= 22 segundos

Tiempo improductivo de la máquina: tiempo de ocio= cero

Tiempo improductivo del operario: en espera = 9 segundos

$$\% \text{ de utilización del operario} = \frac{\text{Tiempo productivo del operario}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ de utilización del operario} = (22/31) \times 100 = 70,97\% = 71 \%$$

$$\% \text{ de utilización de la máquina} = \frac{\text{Tiempo productivo de la máquina}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ de utilización de la máquina} = (13/31) \times 100 = 41,94\% = 42 \%$$

$$\% \text{ tiempo inactivo operario} = \frac{\text{Tiempo improductivo del operario}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo inactivo operario} = (9/31) \times 100 = 29,03 \% = 29\%$$

% tiempo inactivo de la máquina =

$$\frac{\text{Tiempo improductivo de la máquina}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo inactivo de la máquina} = (0/31) \times 100 = 0 \%$$

El tiempo del ciclo cronometrado se transformó en estándar usando un operario calificado como 100% y un 15 % de concesiones como se indican en la siguiente tabla.

Tabla XII. **Concesiones para tiempo estándar
área de *transfer***

Descripción	%
Tolerancias constantes	
Tolerancia personal	5
Tolerancia básica por fatiga	4
Tolerancias variables	
Tolerancia por estar de pie	2
Condiciones atmosféricas	2
Esfuerzo mental	
Proceso moderadamente complicado	1
Monotonía	
Moderada	1
Total	15

Fuente: <http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/unidad8/unidad8tema6.htm>

Ya determinado el tiempo estándar (ver cómo se calculan los tiempos estándares de la página 63), se calculó el número de piezas por hora y por día de trabajo en jornada normal y jornada nocturna:

Jornada normal:

Horas ordinarias: 8

Horas extras: 3

Jornada nocturna:

Horas ordinarias: 6

Horas extras: 5

Total= 11 horas

$$\text{Piezas por Hora} = \frac{60 \text{ minutos/1 hora}}{0,59 \text{ minutos/ pieza}} = 102 \text{ piezas/hora}$$

Piezas por día de trabajo de 11 horas =

$$\frac{102 \text{ piezas}}{\text{hora}} \times 11 \text{ horas} = 1\ 122 \text{ piezas}$$

Capacidad máxima de producción 1 122 piezas trabajando en 11 horas jornada normal, para la jornada nocturna, la cantidad de horas es la misma pero la diferencia es el pago que se le hace al operario, tal como se indica en la figura 33, en la sección de costos, donde las horas extras son más que en la jornada diurna.

Para un día de trabajo de 24 horas, es decir la suma de la jornada diurna y nocturna, se tendrían 22 horas de operación, pudiéndose producir hasta 2 244 piezas.

En el ejemplo de cálculo de costos, se desean producir 2 400 piezas, por lo que habría un faltante de 156 piezas y casi hora y media más de trabajo, por lo que el costo total sería el de 1 día de trabajo: pago jornada diurna + pago jornada nocturna + pago de producción de piezas faltantes = Q 137,5 + Q7,65 = Q 145,15. Se incluye también en los costos el costo de trabajo de 5 máquinas en jornada diurna y nocturna de un día más el costo de una máquina para completar el total de piezas a trabajar.

Figura 33. **Costos de diagrama hombre-máquina de un operario y 1 máquina**

UN OPERARIO AT ENDIENDO UNA MÁQUINA									
		Elementos		Tiempo (seg)		Tiempo de ciclo (seg)			
		Cargar piezas		3		31			
		Colocar transfer		12		Tiempo de ciclo (min.)			
		Transferir		13		0,52			
		Descargar		3		Tpo. stand/pza.			
		Quitar transfer		4		0,59			
Costos									
Pzas./hora		Tpo. disponible (H)				Operario		Máquina	
102		22				Tpo Normal (15D)		No. Máquinas	
Pzas. A producir		H. Ordinarias (D)		# días		H. Ordinarias (DB/N)		Diurno	
2,400		8		1		6		Diurno B/ Nocturno	
Tpo. Para producir (H)		H. Extras (D)		# D/N		H. Extras (DB/N)		OP H normales	
23,53		3		1		5		Q40,00	
TOTAL Hrs.		11		22		11		Op H extras	
		Pzas. Trabaj/D				2,244		Q22,50	
		H faltantes				1,53		Cto montaje	
		Pzas. Faltantes				156		Q3,75	
								Sub Total	
								Q66,25	
								TOTAL/Máquina	
								Q137,50	
								TOTAL	
								Q687,50	
								Costo piezas faltantes	
								Q7,65	
								TOTAL PROD	
								Q695,15	

Tipo de cambio año 2004: 7.96 Q por 1 \$. Fuente: Banco de Guatemala.
<http://www.banguat.gob.gt/cambio/historico.asp?kmoneda=02&ktipo=5&kdia=01&kmes=01&kanio=2004&kdia1=31&kmes1=12&kanio1=2004&kcsv=ON&submit1=Consultar>

Fuente: elaboración propia.

También se hizo el análisis usando un operario y dos máquinas, a continuación se presenta el diagrama correspondiente:

Figura 34. Diagrama hombre-máquina de un operario y 2 máquinas

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA						
Tiempo	Operador	tiempo segundos	Máquina 1	tiempo segundos	Máquina 2	tiempo segundos
5 segundos	Descargar	3	Descargar	3		
	Cargar	3	Cargar	3		
10 segundos	Ubicar transfer	12	Ubicar transfer	12		
15 segundos						
20 segundos	Quitar transfer	4	Transferir	13		
25 segundos	Caminar a M2	4				
30 segundos	Descargar M2	3				
	Cargar M2	3			Descargar	3
35 segundos	Ubicar transfer M2	12			Cargar	3
40 segundos						Ubicar transfer
45 segundos	Quitar transfer	4				
50 segundos	Caminar a M1	4			Transferir	13
55 segundos	Tpo. Muerto	5				
60 segundos						
65 segundos						

Fuente: elaboración propia.

Como en el caso del diagrama anterior, el ciclo se determinó de la misma forma, siendo de 57 segundos, tiempo de ciclo en minutos 0,95 pero sin estar transformado en tiempo estándar, al aplicar el tiempo estándar con 15 % de tolerancia, el tiempo del ciclo es 1,09 minutos de 2 máquinas, por lo que se debe dividir entre 2 para sacar el ciclo real por máquina.

$$\text{Ciclo por máquina} = \text{ciclo tiempo estándar} / 2 = 1,09 / 2 = 0,55 \text{ min/ pieza.}$$

Tiempo productivo de la máquina: Tiempo de operación de la máquina = 13 segundos

Tiempo productivo del operario: Tiempo de operación del operario= 52 segundos

Tiempo improductivo de la máquina: tiempo de ocio= 26 segundos

Tiempo improductivo del operario: en espera = 5 segundos

$$\% \text{ de utilización del operario} = \frac{\text{Tiempo productivo del operario}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ de utilización del operario} = (52/57) \times 100 = 91,23\% = 91 \%$$

$$\% \text{ de utilización de la máquina} = \frac{\text{Tiempo productivo de la máquina}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ de utilización de la máquina} = (13/57) \times 100 = 22,81\% = 23 \%$$

$$\% \text{ tiempo inactivo operario} = \frac{\text{Tiempo improductivo del operario}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo inactivo operario} = (5/57) \times 100 = 8,77\% = 9\%$$

% tiempo inactivo de la máquina=

$$\frac{\text{Tiempo improductivo de la máquina}}{\text{Tiempo del ciclo total}} \times 100$$

$$\% \text{ tiempo inactivo de la máquina} = (26/57) \times 100 = 45,61\% = 46 \%$$

El tiempo de utilización de la máquina disminuyó y la del operario aumentó, al compararse los porcentajes de utilización de un operario con una máquina y un operario con dos máquinas.

Para calcular la capacidad de producción primero hay que calcular el número de piezas por día de trabajo, como se hizo con anterioridad:

Total= 11 horas

$$\text{Piezas por Hora} = \frac{60 \text{ minutos/1h ora}}{0,5 \text{ minutos/ pieza}} = 110 \text{ piezas/hora}$$

$$\text{Piezas por día de trabajo de 11 horas} = \frac{110 \text{ piezas}}{\text{hora}} \times 11 \text{ horas} = 1210 \text{ piezas}$$

Piezas por día de trabajo por las dos jornadas es el doble de las obtenidas en 11 horas: 2420 piezas por día.

Al comparar con el caso anterior, ahora las horas disponibles si son suficientes para calcular la demanda de 2400 piezas, superándolas por 20 piezas. Al comparar los costos se observa que aumenta el costo en un 5,17 %, porque se usan dos máquinas y sube el costo de montaje al doble, aunque el costo del operario es el mismo.

Comparación de costos=

$$\left[1 - \left(\frac{\text{Costos 1 Operario. 1 máquina}}{\text{Costos 1 Operario. 2 máquinas}} \right) \right] \times 100 = \text{incremento en \%}$$

$$\text{Cálculo de comparación de precios con la misma cantidad de horas trabajadas} = [1 - (Q 137,50 / Q 145,00)] * 100 = 5,17 \% \text{ más}$$

Cálculo de comparación de precios con finalización del volumen de producción:

$$= [1 - (Q 145,15 / Q 145,00)] * 100 = - 0,10 \% \text{ menos}$$

En la figura 35 se presentan los costos respectivos operando con 2 máquinas y un operario.

Figura 35. **Diagrama hombre-máquina de un operario y 2 máquinas**

UN OPERARIO ATENDIENDO DOS MÁQUINAS													
Elementos		Tiempo (seg)		Tiempo de ciclo (seg)									
Cargar piezas		3		57									
Colocar transfer		12		Tiempo de ciclo (min.)									
Transferir		13		0,95									
Descargar		3		Tpo. stand/pza.									
Quitar transfer		4		0,55									
Caminar M2		4											
Costos													
Pzas./hora		Tpo. disponible (H)		Operario		Máquina							
110		22		Tpo Normal (15D)		No. Máquinas		Diurno		Diurno B/ Nocturno			
Pzas. A producir		H. Ordinarias (D)		# días Ordinarias (DB/N)		2		OP H normales		Q40,00	Q30,00		
2,400		8		1		6		Op H extras		Q22,50	Q37,50		
Tpo. Para producir las (H)		H. Extras (D)		# D/N		H. Extras (DB/N)		Cto Montaje/Maq.		Q3,75	Cto montaje	Q7,50	Q7,50
22		3		1		5		Sub Total		Q70,00	Q75,00		
TOTAL Hrs.		11		22		11		TOTAL/2 Máquinas		Q145,00			
		Pzas. Trabaj/D		2,420				TOTAL		Q725,00			

Tipo de cambio año 2004: 7.96 Q por 1 \$. Fuente: Banco de Guatemala.
<http://www.banguat.gob.gt/cambio/historico.asp?kmoneda=02&ktipo=5&kdia=01&kmes=01&kanio=2004&kdia1=31&kmes1=12&kanio1=2004&kcsv=ON&submit1=Consultar>

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Balance de línea

Esta técnica es usada para conocer el número ideal de trabajadores a asignar a cada trabajo de producción.

El balance de línea se realizó tomando los tiempos estándares, resultado de la toma de tiempos cronometrados. Algunas actividades se realizaron usando el método continuo y otros vuelta a cero, con 18% de concesiones, las cuales se indican en la tabla VIII, tomando en cuenta el calor que hace dentro de las instalaciones, la repetitividad del trabajo, el esfuerzo mental, etc.

Se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$E = \text{eficiencia} = \frac{\sum TS}{\sum TSP} = \frac{\text{sumatoria de tiempos estándares}}{\text{sumatoria de tiempos permitidos}}$$

$$N = \text{número de operarios} = F * \sum TS = \text{factor} * \text{sumatoria de tiempos estándares}$$

$$F = \text{factor} = \frac{\text{demanda / día}}{\text{Tiempo disponible} * \text{Eficiencia}}$$

$$\text{Operación más lenta} = \frac{TS}{\text{Número de operarios}}$$

A continuación se presentan los cálculos usados en el balance de línea de máquina automática:

$$E = \text{eficiencia de Máquina automática} = (0,46/0,66) * 100 = 69,7 \%$$

El tiempo permitido se refiere al tiempo más grande de todas las operaciones del proceso, en el caso de la máquina automática, es el tiempo que se emplea en cargar/descargar que es de 0,22 minutos, y este se asigna a todas las demás operaciones, por lo que su sumatoria puede calcularse como el tiempo permitido * número de operaciones: 0,22 minutos * 3 = 0,66 minutos.

Para conocer el número de operarios que deben estar en cada operación se calcula de la siguiente forma:

$$N \text{ cada operación} = R * (TS/E)$$

R= tasa de producción deseada que se calcula como sigue:

$$R = \frac{\text{demanda /día}}{\text{Tiempo disponible en minutos}} = \frac{\text{piezas}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{660 \text{ minutos}} = \frac{\text{piezas}}{\text{minuto}}$$

Los 660 minutos se calcularon del tiempo en que se trabaja que son 8 horas ordinarias y 3 horas extras haciendo una suma de 11 horas por jornada, sabiendo que 60 minutos tiene 1 hora se hace la relación de la siguiente forma:

$$\frac{\text{día}}{11 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = \frac{1 \text{ día}}{660 \text{ minutos}}$$

R para máquina automática en la primer operación=

$$\frac{5\,000 \text{ piezas /día}}{660 \text{ minutos}} = \frac{5\,000 \text{ piezas}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{660 \text{ minutos}} = \frac{7,58 \text{ piezas}}{\text{minuto}}$$

N para máquina automática en la primer operación=

$$\frac{7,58 \text{ piezas}}{\text{minuto}} \times \frac{0,22 \text{ minutos}}{\text{pieza} * 0,697} = 2,39$$

Éste mismo cálculo se hace con las otras 2 estaciones.

Son necesarios para la primera operación de la máquina automática que es cargar/descargar 2,39 operarios. Al balancear la línea con las demás operaciones se aproxima a 2 operarios, tal como se presenta en la tabla XIII.

Para balancear la línea primero se calcula el número de operarios de la línea, no por estación, esto se hace de la misma forma como se hizo con cada estación, pero usando ahora la sumatoria de los tiempos estándares. Para la máquina automática se hace el siguiente cálculo:

$$N = \frac{7,58 \text{ piezas}}{\text{minuto}} \times \frac{0,46 \text{ minutos}}{\text{pieza} * 0,697} = 5 \text{ operarios por proceso}$$

Teniendo este dato y el del número de operarios por cada estación se trata de que la suma de los operarios asignados sea igual al número de operarios del proceso, así se hace el balance de cada estación.

También es necesario conocer cuál es la operación más lenta, para ello se divide el tiempo estándar de cada estación entre el número de operarios correspondientes, en la máquina automática en la primera operación, el cálculo es:

$$\text{es: } \frac{0,22 \text{ minutos}}{\text{pieza}} \div 2 = \frac{0,11 \text{ minutos}}{\text{pieza}}$$

En el caso de la máquina automática la operación más lenta es la de carga y descarga calculado anteriormente, esto significa que de ella dependen lo que se produzca al día, por ello es muy importante que los operarios que trabajan en esta estación no se distraigan de su tarea y controlen la colocación de las piezas para que las medidas concuerden con las especificadas por el cliente.

En la máquina manual la operación más lenta es el horno, pero no se le puede hacer modificaciones, porque la velocidad de la banda del horno debe tener un tiempo determinado para que las tintas sequen completamente (curen el plastisol) y no se caigan fácilmente en las prendas terminadas.

Para la máquina sublimadora la operación más lenta es la de transferir, que dependiendo de las condiciones que pide el cliente, así variara, por lo cual puede ser menor o mayor, siempre y cuando se logre el objetivo de transferir completamente el diseño dado por el cliente.

Además se debe conocer el ritmo de producción, esto se calcula fácilmente, tomando el tiempo de la operación más lenta con su correspondiente número de operario. El cálculo de la máquina automática se indica enseguida:

Ritmo de producción en minutos=

$$\frac{\text{N de la estación más lenta}}{\text{TS de la estación más lenta}} = \frac{2 \text{ hombre}}{0,22 \text{ minutos / pieza}} = \frac{9,09 \text{ piezas - hombre}}{\text{minuto}}$$

Ritmo de producción en horas=

$$\frac{2 \text{ hombres}}{0,22 \text{ minutos / pieza}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = \frac{545,45 \text{ piezas - hombre}}{\text{hora}}$$

La holgura se determina haciendo la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo estándar permito: TS – TSP.

Holgura de la estación de la máquina automática= 0,22-0,22 = 0

Los resultados de todos los cálculos anteriores se pueden consultar en las tablas XIII, XIV, XV, de los procesos máquina automática, máquina manual, *transfer*, respectivamente.

Tabla XIII. Datos del balance de línea máquina automática

MAQUINA AUTOMATICA

BALANCE DE LÍNEA

Operación	Estación	TS (min)	TSP(min)	Holgura	No.op./estación	No.op./estación	Operador + lento	Ritmo / hora	Ritmo / min
Cargar/descar	1	0.22	0.22	0.00	2.39	2	0.1100	545.45	9.09
Horno	2	0.20	0.22	0.02	2.17	2	0.1000		
Bodega	3	0.04	0.22	0.18	0.43	1	0.0400		
Suma		0.46	0.66			5.00			
Eficiencia	69.70%					N.op/estación	2		

	Tiempo disponible		Demanda/día	Factor	No. Operarios
	Horas	Minutos			
Normal	8.00	480.00	5000.00	10.86956522	5
Extra	3.00	180.00			
Total	11.00	660.00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Datos balance de línea máquina manual

MAQUINA MANUAL

BALANCE DE LÍNEA

Operación	Estación	TS (min)	TSP(min)	Holgura	No.op./estación	No.op./estación	Operador + lento	Ritmo / hora	Ritmo / min
Cargar	1	0,10	0,20	0,10	0,79	1	0,1000	300,00	5,00
Imprimir/Descarga	2	0,12	0,2	0,08	0,95	1	0,1200		
Horno	3	0,20	0,2	0,00	1,58	1	0,2000		
Bodega	4	0,04	0,2	0,16	0,32	1	0,0400		
Suma		0,46	0,80			4,00			
Eficiencia	57.50%					N.op/estación	1		

	Tiempo disponible		Demanda/día	Factor	No. Operarios
	Horas	Minutos			
Normal	8,00	480,00	3000,00	7,90513834	4
Extra	3,00	180,00			
Total	11,00	660,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Datos balance de línea *transfer*

TRANSFER

BALANCE DE LÍNEA

Operación	Estación	TS (min)	TSP(min)	Holgura	No.op./estación	No.op./estación	Operador + lento	Ritmo / hora	Ritmo / min
Cargar/descargar	1	0,10	0,21	0,11	0,69	1	0,1000	285,71	4,76
Ubicar pieza	2	0,20	0,21	0,01	1,39	1	0,2000		
Transferir	3	0,21	0,21	0,00	1,46	1	0,2100		
Bodega	5	0,04	0,21	0,17	0,28	1	0,0400		
Suma		0,55	0,84			4,00			
Eficiencia	65,48%					N.op/estación	1		

	Tiempo disponible		Demanda/día	Factor	No. Operarios
	Horas	Minutos			
Normal	8,00	480,00	3000,00	6,94214876	4
Extra	3,00	180,00			
Total	11,00	660,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Cuadro de comparación entre el balance realizado y el estado actual de producción

Máquina automática		Máquina manual		<i>Transfer</i>	
Balance	Actual	Balance	Actual	Balance	Actual
5	4	4	4	4	4
Diferencia	1	Diferencia	0	Diferencia	0

Fuente: elaboración propia.

El único puesto de trabajo que necesita una persona extra es la Máquina automática, específicamente en la estación de horno, donde sólo una persona cubre esta operación, entonces para mejorar el proceso se tendría que utilizar otra persona más.

3.3.6. Diagrama de recorrido

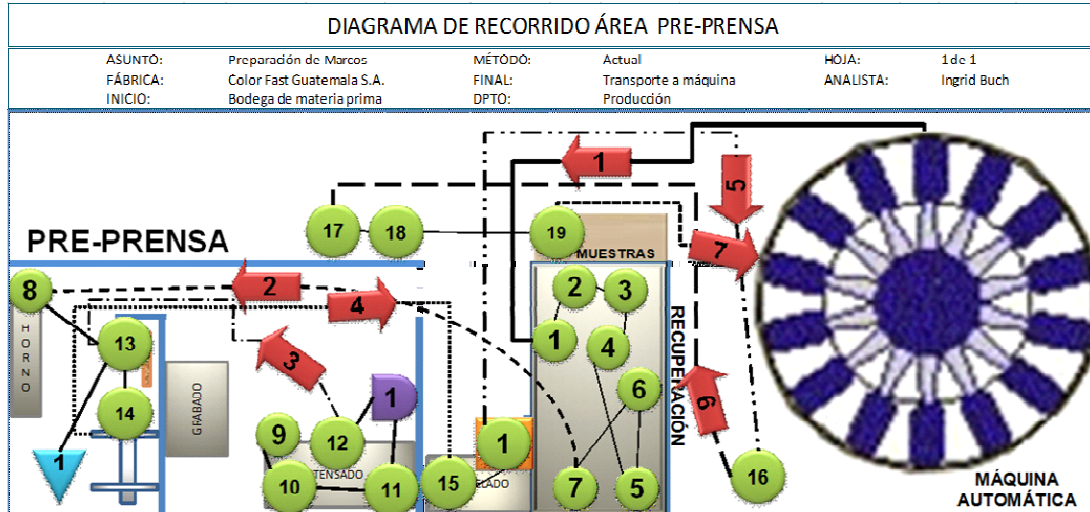
El diagrama de recorrido muestra gráficamente los pasos que lleva un proceso desde su inicio hasta su finalización.

En el diagrama se puede observar que existe una distancia significativa entre las diferentes áreas de la empresa, por lo cual debe evitarse la multiplicación de transportes al llevar un número pequeño de piezas si es el caso de bodega de producto terminado, en proceso o producto a imprimir. En el caso de pre-prensa a producción que no se lleven sólo 2 pantallas sino las 12 o 14 según sea el caso, para ser montados en la máquina automática.

Realizar copias de las especificaciones de los diseños para no estar haciendo muchos transportes en la consulta de las mismas, ya que los operarios vienen y van de las máquinas para consultar sobre medidas, tallas, artes a imprimir, etc. Esto también sucede con los materiales que usan.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de recorrido del área de Pre-prensa:

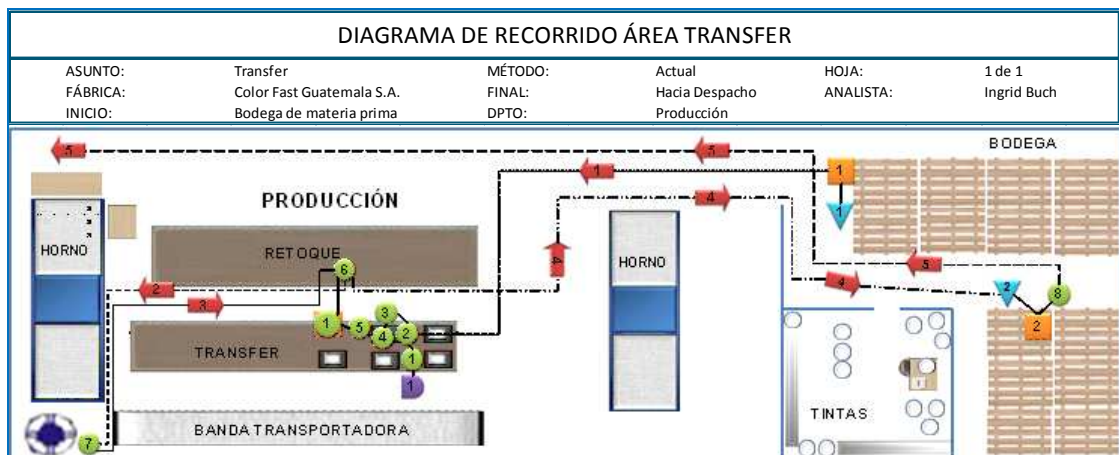
Figura 36. Diagrama de recorrido pre-prensa



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Eliminación de cinta adhesiva, 2-aplicar removedor, 3-Desaguar con agua, 4- Aplicar thinner, 5,7-Desaguar con agua, 6-Aplicar desengrasante, 8-Secado en horno, 9-ensedar marco, 10-Tensar marco, 11-Medir tensión, 12-Retensionar marco, 13-Emulsionar marco, 14-Colocar positivo, 15-Revelar, 16-Secar pantalla con aire comprimido, 17-Bloquear agujeros y guías del positivo, 18-Secar con secadora manual, 19-Colocar cinta adhesiva.

Fuente: elaboración propia.

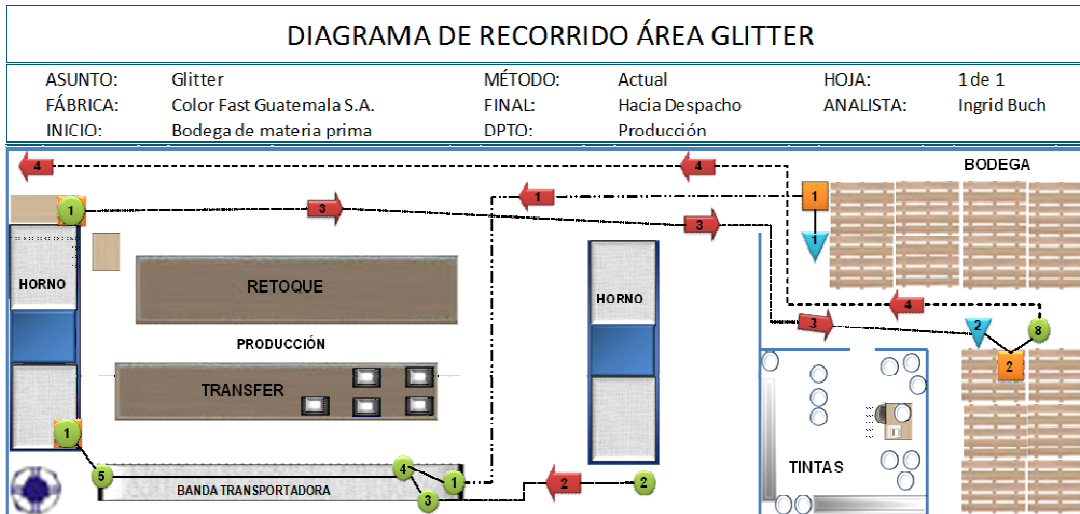
Figura 37. Diagrama de recorrido *transfer*



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Programar sublimadora, 2-Cargar, 3-Posicionar el *transfer*, 4-Transferir, 5-Descargar, 6-Retocar, 7-Desmanchar, 8-Empacar. Inspecciones: 1.-Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar correlativo. D-1 Calentar sublimadora.

Fuente: elaboración propia.

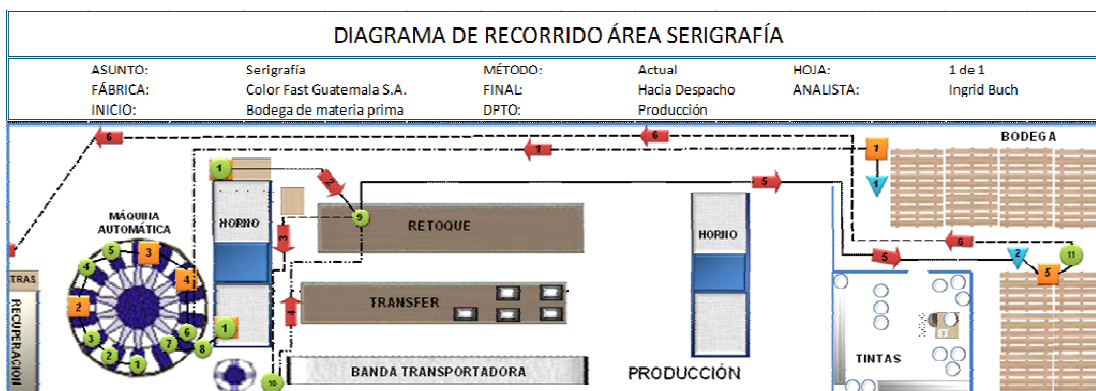
Figura 38. Diagrama de recorrido *glitter*



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Cargar piezas, 2-Formular el Glitter, 3-Probar compresor, 4-Aplicar Glitter, 5-Descargar piezas, 6-Empacar. Inspecciones: 1-Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar correlativo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Diagrama de recorrido serigrafía automática y manual



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Limpiar paletas, 2-Imprimir diseño en paletas, 3-Colocar *maskintape* en paletas, 4-Trazar medidas, 5-Impregnar paletas con adhesivo, 6- Cargar piezas, 7-Serigrafiar, 8-Descargar piezas, 9-Retocar, 10-Desmanchar, 11-Empacar. Inspecciones: 1.- Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar Tape, 3-Revisar raseros, 4-Revisar registros, 5- Inspeccionar correlativo.

Fuente: elaboración propia.

3.3.7. Distribución de planta

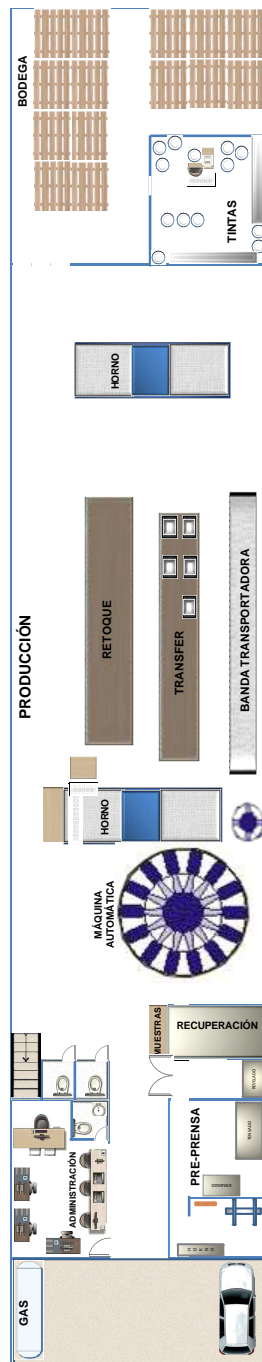
La empresa presenta una distribución por procesos, donde las actividades similares son agrupadas en estaciones fijas: área de impresión, área de reproceso, área de planificación, área de tintas, área de pre-prensa.

La desventaja que se observa es que los transportes de un área hacia otra son bastantes y disminuyen el tiempo para realizar otras operaciones, también se debe usar algo de papelería para tener a todas las áreas enteradas de que se va a producir, es por ello que algunas áreas desconocen de los diseños y de las medidas porque no toda la información llega a todo el personal.

La ventaja es que se ahorran costos al no tener que equipar cada puesto de trabajo si se usara una distribución por producto, ya que debido al tipo de servicio que se brinda, tendrían que implementarse varios puestos de trabajo, uno por cada producto que se diseña y se confecciona.

En la siguiente figura se muestra la distribución de la planta en sus diferentes áreas de trabajo: administración, pre-prensa, producción, bodega y tintas.

Figura 40. Distribución de planta



Fuente: elaboración propia.

3.3.8. Tiempos muertos

Los tiempos muertos están constituidos por todas aquellas actividades que hacen que la producción pare y produzca un aumento en el tiempo de finalización de una actividad.

3.3.8.1. Diagrama de Pareto

Para realizar el diagrama de Pareto se tomaron los tiempos no productivos de las máquinas, para ello se diseñó y manejo el siguiente formato:

Figura 41. Formato de control de tiempos no productivos

No./Maquina	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/>
t inicio	<input type="text"/>	t final	<input type="text"/>
Cliente	<input type="text"/>	Arte	<input type="text"/>
Diseño	<input type="text"/>		
Jornada	<input type="checkbox"/>	Supervisor	<input type="text"/>
MOTIVOS	<input type="checkbox"/> Fuga	<input type="checkbox"/> Pegar cinta adhesiva	
	<input type="checkbox"/> Agregar tintas	<input type="checkbox"/> Rotura de seda	
	<input type="checkbox"/> Modificar registro	<input type="checkbox"/> Hilos	
	<input type="checkbox"/> Cambio de escurridor	<input type="checkbox"/> Ajuste de maquina	
	<input type="checkbox"/> Cambio de flood bar	<input type="checkbox"/> Falta de producto	
	<input type="checkbox"/> Cambio de tintas	<input type="checkbox"/> Espera de marcos	
	<input type="checkbox"/> Limpieza de marcos	<input type="checkbox"/> Falta aire compresor	
	<input type="checkbox"/> Cambio de fusibles		
	<input type="checkbox"/> Otros		

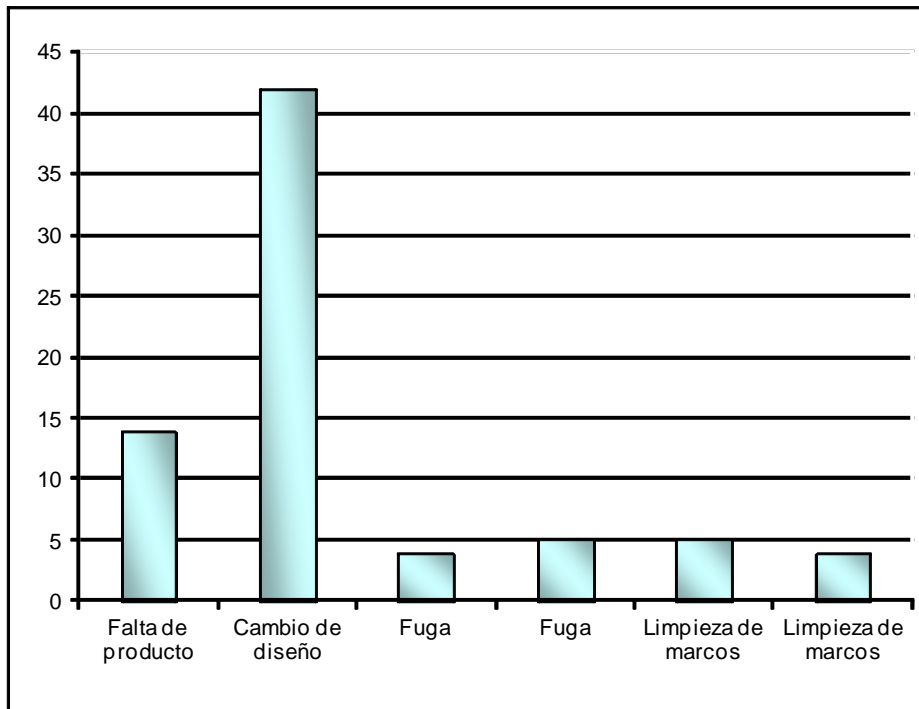
Nota: En dicho formato se usaban 6 cuadros iguales al anterior.

Fuente: elaboración propia.

Ⓢ Tiempos no productivos 1

Después de tabular los datos se obtuvo la siguiente gráfica de barras:

Figura 42. **Gráfica de tiempos no productivos 1**



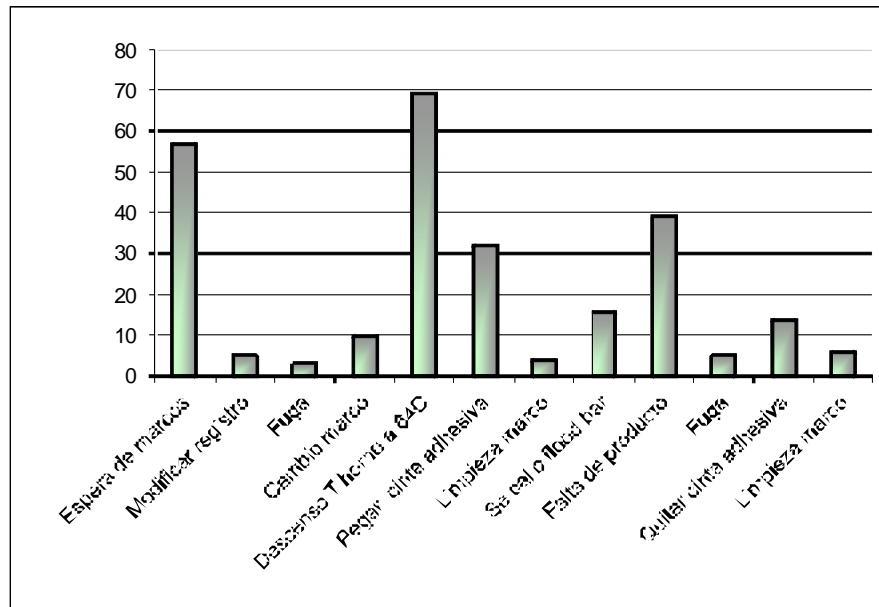
Fuente: elaboración propia.

Según la figura 42, la operación que ocupa mayor tiempo es el cambio de diseño, en segundo lugar cuando no hay producto para procesar, lo que indica que son operaciones claves que no pueden descuidarse. Por ello es importante que todos los insumos estén listos para no dejar desabastecida el área de producción.

Ⓢ Tiempos no productivos 2

También se hizo la tabulación de los datos obtenidos en la segunda máquina automática, a continuación se muestra la gráfica respectiva:

Figura 43. Gráfica de tiempos no productivos 2



Fuente: elaboración propia.

En la figura 43, las operaciones que más retrasan la producción son: reparación por desperfecto en horno de curado, falta de producto y espera de marcos cuando se cambia de diseño o se rompe durante la producción.

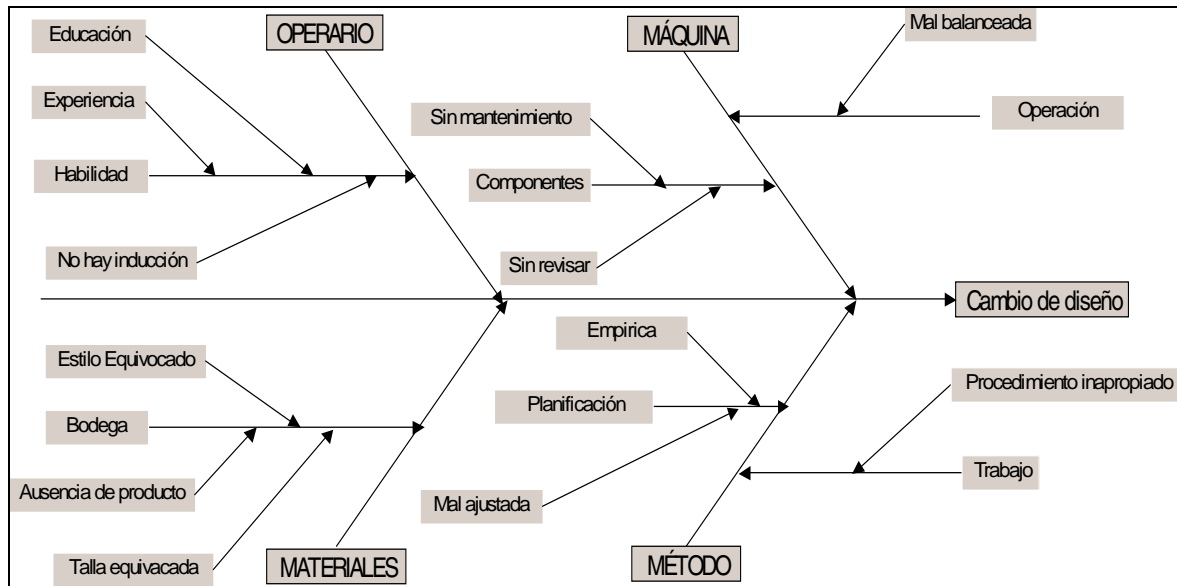
El problema del proceso de producción es el cambio de diseño.

3.3.9. Diagrama causa-efecto

Diagrama que ilustra gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle.

Tomando en cuenta lo anterior se presenta el diagrama causa-efecto respectivo:

Figura 44. Diagrama Causa-Efecto



Fuente: elaboración propia.

Como lo indica el diagrama de la figura anterior, el cambio de diseño es el mayor problema que se tiene dentro del área de producción, síntoma de no contar con un sistema de control de producción, lo cual se evidencia al no contar con los insumos necesarios para iniciar la actividad productiva (manejo de materiales), que no exista planeación de las actividades, desconocimiento de la capacidad de los proceso productivos, líneas no balanceadas, habilidad del operario no congruente con los requerimientos de la operación pudiendo no cumplir con los retos del área.

3.4. Control de producción

El control de producción consiste en dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado, mediante la

transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados, según el plan que se utiliza en las instalaciones. Para realizarlo son necesarios los pronósticos de producción, los planes de producción y la programación de la producción.

A continuación se analiza cada una de las etapas del control de la producción dentro de la empresa bajo estudio.

3.4.1. Pronósticos de producción

No se llevan registros específicos que puedan usarse para realizar pronósticos, el personal de bodega lleva registros no documentados en forma de envíos, que van archivando en carpetas físicas, no de computadora, como forma de control del volumen producido y de las ventas realizadas, pero no se les da un uso estadístico.

Para poder ser usados como datos para hacer pronósticos, tienen que ser transcritos a una hoja electrónica o a otro sistema de almacenamiento de fácil uso y acceso.

En la siguiente figura se muestra el envío que se maneja.

3.4.3. Programación de la producción

La programación la realizan en base a datos que mandan los clientes, en los que se incluyen: la cantidad a producir, estilo, color, unidades cortadas, número de arte, nombre, fecha de aprobación de la muestra, fecha de recepción de los cortes, fecha de ingreso a máquinas, número de envío de la empresa, número de factura, etc.

La manejan en una hoja electrónica por cliente, como las que se muestran en las figuras de abajo, este tipo de datos, más que todo son para uso administrativo y no refleja los datos que deben ser manejados en producción como unidades producidas, cronograma de producción, número de horas disponibles y necesarias para concluir con la impresión, etc.

Figura 46. Cuadro de la programación Color Fast A

Color Fast Guatemala T I Octubre																
Sample Process Form			Fabric				Screen Print and Embroidery							Sewing		
Sales Order	Style	Cut	Desc.	Unidades SPF	Color Top/Bottom	Unidades WIP	Unidades Cortadas	Art # REFERENCIA	Nombre	Muestra Aprobada	Corte Recibido	Ingreso Maquina	Enviado a Maquila	# Envio Color Fast	Factory	# Factura Color Fast
1915	743104-054	2	DICKIES-SERIG-NIÑO-2T-4T	900	CARDINAL	904		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	843104-054	2	DICKIES-SERIG-NIÑO-4-7	4,200	CARDINAL	4217	3,253	DKB-KT3104	DICKIES	25-oct	24/25 NOV					
1915	943104-054	2	DICKIES-SERIG-NIÑO-8-20	6,108	CARDINAL	6132	6,020	DKB-KT3104	DICKIES	25-oct	25-30NOV					
1915	743104-084	3	DICKIES-SERIG-NIÑO-2T-4T	300	KELLY GREEN	301		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	843104-084	3	DICKIES-SERIG-NIÑO-4-7	600	KELLY GREEN	602		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	943104-084	3	DICKIES-SERIG-NIÑO-8-20	1,488	KELLY GREEN	1494		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	743104-177	4	DICKIES-SERIG-NIÑO-2T-4T	600	SUN	602		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	843104-177	4	DICKIES-SERIG-NIÑO-4-7	600	SUN	602		DKB-KT3104	DICKIES	25-oct						
1915	943104-177	4	DICKIES-SERIG-NIÑO-8-20	1,200	SUN	1205	650	DKB-KT3104	DICKIES	25-oct	01-dic-04					

Fuente: WIP dado por los clientes.

Figura 47. Cuadro de la programación Color Fast B

SERIGRAFIA DICIEMBRE			ESTILO	CLIENTE	LEYENDA	PRIORIDAD	F/ULTIMA DE ENT	STATUS
700	AX2TD	R130490P	200696	GAP	EASY FIT			SERVICIOS
1020	AQ6FK	R130566P	246671	GAP	ULTRA LOW RISE	URGENTE	12-14/AM	COLORFAST
5,292	AQ6FM	130567P	246671	GAP	ULTRA LOW RISE			TRANSPORTE
125	AV4IW	130529P	262226	OLD NAVY	SPECIAL EDITION		16-dic	COLORFAST
127	AV4IX	130530P	262226	OLD NAVY	SPECIAL EDITION		16-dic	COLORFAST
540	AZ1KV	130531P	262226	OLD NAVY	SPECIAL EDITION		16-dic	COLORFAST
661	AZ1KU	130532P	262226	OLD NAVY	SPECIAL EDITION		16-dic	COLORFAST
1,381	AV4IS	130528P	262226	OLD NAVY	SPECIAL EDITION		16-dic	COLORFAST
1,486	AS6HH	130568P	266599	GAP	ULTRA LOW RISE	URGENTE	13-dic	COLORFAST
5,328	AQ6GA	130569P	266599	GAP	ULTRA LOW RISE		15-dic	COLORFAST
2,421	AS6HF	130516P	268760	GAP	LONG AND LEAN		15-dic	COLORFAST

Fuente: WIP dado por los clientes.

Para determinar cuándo debe finalizar la producción de algún corte o estilo consultan con el gerente de Producción, quién por lectura de la máquina automática de la velocidad de trabajo en un instante dado, determina la fecha aproximada de conclusión del trabajo.

3.5. Manejo de materiales

El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro, en el momento, lugar adecuado y la cantidad correcta.

El manejo de materiales es el complemento a las actividades de producción, planificación, programación, etc., es muy importante porque garantiza que el proceso de producción no se detenga por la falta de algún material esencial. A continuación se analiza cómo se manejan los materiales en el área de pre-producción y producción, en este caso se analizan sólo los insumos que se emplean para llevar a cabo los procesos, ya que el manejo de la

materia prima (prendas en corte) y producto terminado dependen del suministro por parte de los clientes y de la velocidad con que se producen en las diferentes áreas de la empresa (*transfer, glitter, serigrafía*).

3.5.1. Pre-producción

El área de pre-producción abarca la planificación y las actividades de pre-prensa, para realizar el manejo del material no existe un mecanismo, una forma de control, un formato, un lineamiento claro con el cual se pueda establecer las cantidades de materiales a usar para abastecer a la empresa.

El procedimiento que se usa en el caso del área de planificación (administrativa) es pedir los materiales según las necesidades, esto en forma instantánea, lo que significa que si ya no hay en existencia un material vital para las operaciones administrativas como hojas de papel, folders, bolígrafos, sacapuntas, tintas para las impresoras, cartapacios, etc., se manda al mensajero a comprarlo en el mismo momento.

En el caso de insumos para producción como tape para las paletas, pegamento en spray, materiales de limpieza, cartulinas, rapidógrafos, bolígrafos, cuchillas, etc., se llama a los distribuidores si se trata de productos especializados, mientras que los otros de uso común como rapidógrafos, se manda al mensajero a comprarlos.

En relación a los insumos para pre-prensa, los operarios a veces no se percatan del material con que cuentan, hasta cuándo va a ser usado y no hay, el peligro en esto es que hay insumos como sedas, varillas para ensedar marcos, emulsión, removedor, desengrasante, cuya adquisición es tardada y a veces no

hay en el país, su falta podría parar el buen desarrollo de las actividades, no sólo dentro del área de pre-producción sino en la de producción.

El bodeguero de materiales debe estar pendiente de esta tarea, pero como también le toca revisar los paquetes de producto a imprimir, producto en proceso y producto final. Hay veces que no se da cuenta de lo que hace falta, teniéndose que detener momentáneamente la producción.

Cada mes el bodeguero de materiales hace una revisión de los insumos con que se cuentan, anotándolos en hojas de cuaderno, que entrega al Gerente de Producción. Y según lo que él indique se pedirán los insumos que cree que se van a necesitar, no teniéndose un registro de pedidos, sino haciéndose de forma oral a la secretaria de gerencia, que hace las llamadas respectivas para adquirir los insumos, por lo cual no quedan registros de los pedidos. Hay que hacer notar que muchas veces las cantidades pedidas no han alcanzado y hay que estar haciendo varias compras instantáneas, es decir que conforme se nota que no hay en existencia se pide en ese mismo instante.

3.5.2. Producción

En el área de producción ocurre lo mismo que en el área de pre-Producción, no existe un mecanismo real para calcular el material que debe permanecer como reserva, tampoco se conoce el material en existencia, o en cuanto tiempo se puede acabar el que tienen en uso.

Esto ha provocado en algunas ocasiones, el paro de las máquinas, entre las causas más comunes están: no alcanza el tape para las paletas de los pulpos, cantidad insuficiente de tinta de impresión, espray de pegamento de tela agotado, pocas pantallas de reposición en caso de rotura de seda.

En ocasiones cuando un cliente quiere repetir algún trabajo de impresión con algún efecto especial, no hay en existencia las tintas necesarias para hacerlo, por lo que se deben pedir, si es muy especial y no hay en el país, hay que importarla, pudiéndose tardar hasta más de 15 días, lo cual entorpece con el pleno funcionamiento de la empresa, representando la pérdida del cliente o retraso en la entrega.

Igual que en pre-prensa los operarios están tan abstraídos en sus actividades que no se dan cuenta de la falta de materiales que usan y hacen el pedido al bodeguero de materiales hasta cuando ya no hay y lo deben usar.

3.6. Condiciones Ambientales de trabajo

Se aplico una lista de cotejo para sondear cómo están las condiciones ambientales dentro de la empresa, a continuación se indican sus resultados.

Tabla XVII. Lista de cotejo condiciones ambientales de trabajo

DESCRIPCIÓN	SI	NO
¿La maquinaria y equipo cuenta con dispositivos de seguridad que proporcione protección total y permite el libre movimiento del trabajador?		X
¿Se verifican periódicamente las herramientas en su funcionamiento, a fin de proporcionarles el mantenimiento adecuado y, en su caso, sustituir aquellas que hayan perdido sus características técnicas; y se proporciona al trabajador, de acuerdo a la naturaleza del trabajo, cinturones, portaherramientas, bolsas o cajas para el transporte y almacenamiento de herramientas?		X

Continúa tabla XVII.

DESCRIPCIÓN	SI	NO
¿Se mantiene durante las labores la ventilación natural o artificial que contribuya a prevenir el daño en la salud de los trabajadores?	X	
¿Se cuenta con las condiciones y niveles de iluminación suficientes y adecuados, conforme al tipo de actividad que se realiza?	X	X
¿Se conocen las características fisicoquímicas, la toxicidad de las sustancias y materiales químicos peligrosos con que se trabaja, se cuenta con las hojas de seguridad?		X
Los equipos portátiles de extinción de incendios se encuentran colocados a distancias no mayores de 15 metros entre uno y otro, a una altura máxima de 1.50 m. medidos del piso a las partes más altas del extintor, libres de obstáculos y debidamente señalizadas.	X	
¿Los equipos cumplen con las especificaciones del extintor y llevan grabadas las del agente extinguidor en forma clara e indeleble y se encuentran en condiciones de operación inmediata?	X	
¿Si existen agentes en el medio ambiente laboral, que puedan alterar la salud y razones de carácter técnico no sea posible aplicar las medidas de prevención y control, se dota al trabajador del equipo de protección personal y se cuenta con un programa de mantenimiento y reposición del mismo?	X	X
¿Las instalaciones eléctricas cuentan con dispositivos y protecciones de seguridad y señalamiento de acuerdo al voltaje y corriente de la carga instalada?		X
¿Las máquinas, equipos y refrigeradores capaces de generar o almacenar electricidad estática, están conectados a tierra?		X
¿Existen señales de seguridad e higiene que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores, evitando que sean obstruidas y de acuerdo a la norma correspondiente?	X	

Continúa tabla XVII.

DESCRIPCIÓN	SI	NO
¿Se cuenta con espacios destinados especialmente para la estiba y destiba de materiales, ventilados, iluminados, y delimitados que permitan el libre tránsito en los pasillos y la estiba ordenada, colocada y la altura de acuerdo al tipo de material y envase?	X	X
¿Los edificios y locales en los centros de trabajo tiene 2.50 m. de altura mínima de piso a techo y espacio libre por cada trabajador de al menos de 10 m ³ . La superficie libre por trabajador no será menor de 2 m ² ?	X	
¿Los pisos se mantienen limpios y secos y cuentan con superficies anti resbalantes en las zonas de transito para el personal (rampas, huella de los escalones, etc.)?		X
¿Las paredes y techos se mantienen limpios y en el interior tienen colores claros?	X	
¿Las superficies para el tránsito de personal y al transporte de materiales son lo suficientemente llanas para circular con seguridad?	X	X
¿Se encuentran en buen estado el edificio (paredes, columnas, trabes, techos, etc.) y no representan un riesgo para la seguridad de los trabajadores?	X	
¿Las áreas destinadas al tránsito, maniobras y manejo de materiales, están delimitadas con avisos, señales y con franjas de color amarillo?	X	
¿Existe el número de baños necesarios para el número de trabajadores que laboran en el área?		X
¿Los locales , la maquinaria y las instalaciones se mantiene limpios. La limpieza se realiza por lo menos al término de cada turno de trabajo?		X

Continúa tabla XVII.

DESCRIPCIÓN	SI	NO
¿La basura y los desperdicios que se generan se identifican, clasifican, manejan de manera que no afecten la salud de los trabajadores?		X
¿Los servicios sanitarios cuentan con agua corriente y se conservan permanentemente en condiciones de uso e higiénicos?	X	X
¿Se capacita a los trabajadores y a los miembros de la comisión en los procedimientos seguros para realizar su trabajo y en materia de seguridad e higiene?		X
¿La Dependencia o centro de trabajo cuenta con un programa de seguridad e higiene en el trabajo que considere el cumplimiento de la normatividad en la materia?		X
¿Se tiene por escrito un plan de emergencias y evacuación?		X
¿Se observó alguna práctica insegura? (no utilizar el equipo de protección personal, engrasar maquinaria en movimiento, bromas, etc.)	X	
TOTAL	14	17

Fuente:http://www.hmp.sa.cr/files/Seguridad_Salud_Ocupacional/De%20interes/Lista_de_chequeo.pdf

% de cumplimiento= (número de ítems afirmativos/ número de ítems totales) X 100

% de cumplimiento= $(14/31)*100 = 45,16\%$

% de no cumplimiento= (número de ítems negativos/ número de ítems totales) X 100

% de no cumplimiento= $(17/31)*100 = 54,85 \%$

Después de analizar los resultados de la lista de cotejo anterior, falta en la empresa el cumplimiento del 54,85 % de las condiciones ambientales, entre ellas que se desconozca la toxicidad de las sustancias con que se trabaja, los servicios sanitarios son insuficientes para la cantidad de personal que labora en la empresa, especialmente en el área de producción, no se tiene por escrito un plan de emergencias y evacuación, no hay capacitación con respecto a aspectos de seguridad e higiene industrial

3.6.1. Ruido

La medición de ruido en las empresas es importante para evitar la pérdida temporal y permanente de la audición de los trabajadores, en el caso de que los niveles detectados superen los límites permitidos.

Para cuantificar el nivel de ruido existente en la empresa se hizo uso de un sonómetro con escalas A, B, C, con un decimal como respuesta de lectura. El análisis se hizo en las principales áreas de actividad de la empresa, producción y pre-prensa, donde se encuentran las máquinas que generan el ruido de la instalación. El propósito de esta actividad es de diagnosticar si los niveles de ruido se encuentran dentro de los límites de los valores tolerados.

Para ello se tomaron varias lecturas, en cada una de las áreas principales, usando como filtro de ponderación la curva A, la cual se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma, es decir la respuesta que tiene el oído ante el ruido.

A continuación se indica la forma de proceder para determinar el nivel de ruido:

a. Área de producción

Se tomaron 151 lecturas a intervalos de 10 segundos, usando la curva A del sonómetro. Posteriormente se tabularon los datos y se ordenaron en forma ascendente indicando su frecuencia. La tabla con los resultados se indica a continuación:

Tabla XVIII. Cuadro de medición de ruido producción

CUADRO DE DATOS							
Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia
80,0	1	82,4	2	85,1	1	87,7	1
80,1	1	82,5	3	85,2	1	87,8	1
80,2	1	82,6	2	85,3	1	87,9	2
80,3	2	82,7	2	85,5	2	88,0	1
80,4	1	82,9	3	85,6	7	88,1	3
80,5	3	83,1	2	85,8	1	88,2	5
80,6	2	83,2	1	86,0	1	88,3	2
80,7	1	83,3	1	86,1	3	88,4	2
81,0	1	83,4	2	86,2	2	88,5	1
81,1	3	83,6	1	86,3	4	88,7	1
81,2	2	83,8	1	86,4	3	88,9	3
81,3	2	84,2	1	86,5	2	89,0	2
81,5	2	84,3	1	86,7	2	89,3	3
81,6	1	84,4	2	86,8	1	89,4	1
81,7	1	84,5	2	87,1	3	89,5	1
81,8	1	84,6	3	87,2	3	89,6	4
81,9	2	84,8	1	87,4	1	89,8	5
82,2	1	84,9	3	87,5	3	89,9	2
82,3	1	85,0	3	87,6	3		
Promedio	85,3	Maxímimo	89,9				
Desv. Est.	2,90477	Mínimo	80				
Coef. var.	3,40359						

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se hizo el cálculo para determinar el nivel de ruido continuo equivalente de la siguiente forma:

Fórmula:

$$Leq = 10 \times \log \left[\sum_{j=1}^n f_j \times 10^{L_j/10} \right]$$

Donde:

Leq = Nivel de ruido continuo equivalente

fj = Fracción de tiempo total de cada nivel de ruido, adimensional.

Lj = Nivel de ruido en cada fracción, expresado en (dB).

n = Número total de fracciones

j = Indicador de cada fracción considerada

Se calculó para cada nivel de ruido su respectivo Fj. Se sustituyó el valor de la medición 1; 80,0 dB como se indica:

$$f_1 = \frac{\text{frecuencia medición 1} \times \text{Tiempo del subciclo}}{\text{Tiempo del ciclo}} = \frac{1 \times 10 \text{ segundos}}{1500 \text{ segundos}} = 0,0066$$

$$10^{L_1/10} = 10^{80,0/10} = 100000000$$

$$f_1 \times 10^{L_1/10} = 0,0066 \times 100000000 = 66225,7$$

Lo mismo se hace con cada una de las siguientes 55 mediciones, se hace la suma total, se le saca logaritmo de base 10 y se multiplica por 10:

$$Leq = 10 \times \log[416766491] = 86,2 \text{ dB}$$

El nivel de ruido equivalente obtenido durante 8 horas de trabajo continuo es de 86,2 dB, dicho nivel detectado se encuentra un poco arriba de los límites

permitidos por - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists-ACGIH*, que se muestra en la tabla V, el cual indica que para 8 horas de trabajo de exposición al ruido, el máximo permisible es de 85 dB. No obstante si se encuentra dentro de los límites permitidos por la -Organización Internacional del Trabajo- OIT, el cual establece que por 8 horas de exposición al ruido, el máximo es de 90 dB.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los cálculos realizados con su correspondiente ruido continuo equivalente a 8 horas de trabajo.

Tabla XIX. **Cuadro del cálculo de nivel de ruido continuo equivalente en producción**

fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}	fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}	fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}
0,00662252	100000000	662251,656	0,00662252	208929613	1383639,82	0,013245033	467735141	6195167,434
0,00662252	102329299,2	677677,478	0,00662252	213796209	1415868,93	0,006622517	478630092	3169735,711
0,00662252	104712854,8	693462,615	0,01324503	218776162	2897697,52	0,01986755	512861384	10189299,02
0,01324503	107151930,5	1419230,87	0,00662252	229086765	1517130,9	0,01986755	524807460	10426638,28
0,00662252	109647819,6	726144,501	0,00662252	239883292	1588631,07	0,006622517	549540874	3639343,535
0,01986755	112201845,4	2229175,74	0,00662252	263026799	1741899,33	0,01986755	562341325	11172344,21
0,01324503	114815362,1	1520733,27	0,00662252	269153480	1782473,38	0,01986755	575439937	11432581,54
0,00662252	117489755,5	778077,851	0,01324503	275422870	3647985,04	0,006622517	588843655	3899626,857
0,00662252	125892541,2	833725,438	0,01324503	281838293	3732957,52	0,006622517	602559586	3990460,835
0,01986755	128824955,2	2559436,2	0,01986755	288403150	5729863,91	0,013245033	616595002	8166821,217
0,01324503	131825673,9	1746035,42	0,00662252	301995172	1999968,03	0,006622517	630957344	4178525,46
0,01324503	134896288,3	1786705,8	0,01986755	309029543	6139659,8	0,01986755	645654229	12827567,46
0,01324503	141253754,5	1870910,66	0,01986755	316227766	6282670,85	0,033112583	660693448	21877266,49
0,00662252	144543977,1	957244,881	0,00662252	323593657	2143004,35	0,013245033	676082975	8954741,396
0,00662252	147910838,8	979541,979	0,00662252	331131121	2192921,33	0,013245033	691830971	9163324,118
0,00662252	151356124,8	1002358,44	0,00662252	338844156	2244001,03	0,006622517	707945784	4688382,678
0,01324503	154881661,9	2051412,74	0,01324503	354813389	4699515,09	0,006622517	741310241	4909339,346
0,00662252	165958690,7	1099064,18	0,04635762	363078055	16831433	0,01986755	776247117	15422128,14
0,00662252	169824365,2	1124664,67	0,00662252	380189396	2517810,57	0,013245033	794328235	10520903,77
0,01324503	173780082,9	2301722,95	0,00662252	398107171	2636471,33	0,01986755	851138038	16910027,25
0,01986755	177827941	3533005,45	0,01986755	407380278	8093647,9	0,006622517	870963590	5767970,794
0,01324503	181970085,9	2410199,81	0,01324503	416869383	5521448,79	0,006622517	891250938	5902324,094
0,01324503	186208713,7	2466340,58	0,02649007	426579519	11300119,7	0,026490066	912010839	24159227,53
0,01986755	194984460	3873863,44	0,01986755	436515832	8672499,98	0,033112583	954992586	31622271,06
0,01324503	204173794,5	2704288,67	0,01324503	446683592	5916338,97	0,013245033	977237221	12943539,35
suma	416766491							
Log10 suma	8,619892793							
Leq	86,2							

Fuente: elaboración propia.

b. Área de pre prensa

Para el área de pre-prensa se usó el mismo procedimiento que para el área de producción, siempre usando la curva de ponderación A y usando intervalos de 10 segundos entre cada lectura. A continuación se muestra las lecturas tomadas:

Tabla XX. Cuadro de medición de ruido en pre-prensa

CUADRO DE DATOS							
Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia
68,0	2	69,8	1	71,6	1	73,5	2
68,1	5	69,9	1	71,7	1	73,6	3
68,2	2	70,0	1	71,8	3	73,7	3
68,3	1	70,1	1	71,9	2	73,9	1
68,4	2	70,2	1	72,0	3	74,0	5
68,6	2	70,3	2	72,1	1	74,1	1
68,7	2	70,4	4	72,2	2	74,2	1
68,8	4	70,5	3	72,3	2	74,3	1
68,9	3	70,6	1	72,4	3	74,4	4
69,0	1	70,7	5	72,5	3	74,5	3
69,1	1	70,8	2	72,6	4	74,6	3
69,2	1	70,9	3	72,7	3	74,7	1
69,3	2	71,0	1	72,8	1	74,8	3
69,4	3	71,1	1	72,9	2	74,9	2
69,5	6	71,2	2	73,0	6	75,0	1
69,6	2	71,3	2	73,2	1	Maxímimo	75
69,7	4	71,4	1	73,3	4	Mínimo	68
Promedio	71,4848872						
Desv. Est.	2,07314769						
Coef. var.	2,90012026						

Fuente: elaboración propia.

La distribución de las lecturas tuvo como media 71,5 dB, con una desviación estándar de 2,07, el cual indica poca variabilidad de los datos con respecto a la media, es decir que los datos no se alejaron mucho de la media, tal como lo indica el coeficiente de variación de 3% que indica que la proporción

entre la desviación estándar y la media es pequeña. El dato más pequeño leído fue de 68 y el máximo de 75.

Después de tener las lecturas tabuladas y ordenadas se hicieron los respectivos cálculos de ruido continuo equivalente, tal como se hizo para el área de producción, la tabla con los cálculos se presenta a continuación:

Tabla XXI. **Cuadro de cálculo de nivel de ruido continuo equivalente en pre prensa**

fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}	fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}	fj	10 ^{^(Lj/10)}	fj * 10 ^{^(Lj/10)}
0,013245033	6309573,445	83570,5092	0,013245033	10715193,05	141923,0868	0,026490066	18197008,59	482039,963
0,033112583	6456542,290	213792,7911	0,026490066	10964781,96	290457,8003	0,01986755	18620871,37	369951,087
0,013245033	6606934,480	87509,06596	0,01986755	11220184,54	222917,5737	0,006622517	19054607,18	126189,452
0,006622517	6760829,754	44773,70698	0,006622517	11481536,21	76036,66368	0,013245033	19498446,00	258257,563
0,013245033	6918309,709	91633,24118	0,033112583	11748975,55	389038,9255	0,039735099	19952623,15	792819,463
0,013245033	7244359,601	95951,78279	0,013245033	12022644,35	159240,3225	0,006622517	20892961,31	138363,982
0,013245033	7413102,413	98186,78693	0,01986755	12302687,71	244424,2591	0,026490066	21379620,9	566347,573
0,026490066	7585775,750	200947,7020	0,006622517	12589254,12	83372,54383	0,013245033	22387211,39	296519,356
0,01986755	7762471,166	154221,2814	0,006622517	12882495,52	85314,53985	0,01986755	22989377,31	456742,596
0,006622517	7943282,347	52604,51886	0,013245033	13182567,39	174603,5415	0,01986755	23442288,15	465740,824
0,006622517	8128305,162	53829,83551	0,013245033	13489628,83	178670,5805	0,006622517	24547089,16	162563,504
0,006622517	8317637,711	55083,69345	0,006622517	13803842,65	91416,17646	0,033112583	25118864,32	831750,474
0,013245033	8511380,382	112733,5150	0,006622517	14454397,71	95724,48813	0,006622517	25703957,83	170224,886
0,01986755	8709635,900	173039,1238	0,006622517	14791083,88	97954,19789	0,006622517	26302679,92	174189,933
0,039735099	8912509,381	354139,4456	0,01986755	15135612,48	300707,5328	0,006622517	26915348,04	178247,338
0,013245033	9120108,394	120796,1377	0,013245033	15488166,19	205141,274	0,026490066	27542287,03	729597,008
0,026490066	9332543,008	247219,6823	0,01986755	15848931,92	314879,4422	0,01986755	28183829,31	559943,629
0,006622517	9549925,860	63244,54212	0,006622517	16218100,97	107404,6422	0,01986755	28840315,03	572986,391
0,006622517	9772372,210	64717,69675	0,013245033	16595869,07	219812,8354	0,006622517	29512092,27	195444,320
0,006622517	10000000,00	66225,16556	0,013245033	16982436,52	224932,9341	0,01986755	30199517,2	599990,408
0,006622517	10232929,92	67767,74783	0,01986755	17378008,29	345258,4428	0,013245033	30902954,33	409310,653
0,006622517	10471285,48	69346,26146	0,01986755	17782794,1	353300,545	0,006622517	31622776,6	209422,362
suma	15720509,35							
Log10 suma	7,196466613							
Leq	72,0							

Fuente: elaboración propia.

El nivel de ruido continuo equivalente para pre-prensa fue de 72, comparándolo con lo establecido por la ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*-, y OIT-Organización Internacional del

Trabajo-, presenta niveles de ruido inferiores a los permitidos durante 8 horas de exposición, 85 dB y 90 dB respectivamente.

Los datos obtenidos en ambas áreas variaron entre 68 dB a 89,9 dB de forma continua, cesando durante una hora cuando se da refacción y el almuerzo, o cuando ocurren paros por fallas mecánicas, fallas eléctricas, o poco trabajo.

Con los niveles de ruido encontrados es difícil mantener una clara conversación, es por ello que se hace necesario que la información de especificaciones sobre el producto a procesar dada por los clientes, no sólo sea dada en forma oral sino escrita, para evitar modificaciones en su contenido por la interrupción de la comunicación.

Además en el área de pre-prensa se presenta por periodos intermitentes cuando se revelan las pantallas, o se recuperan pantallas niveles de ruido mayores a 90 dB, por el uso de mangueras de presión que chocan en las seda de las pantallas, generando un ruido tan estruendoso que puede llegar a ser dolorosa para personas con oídos sensibles. Para hacer el cálculo del nivel de ruido, por ser de tipo intermitente, se tomaron lecturas puntuales sin tomar en cuenta el período de 10 segundos entre lecturas, haciendo el promedio de las mediciones, por lo cual los datos resultantes son aproximados, pero que dan idea de que nivel de ruido se puede generar. En la siguiente tabla se muestran los valores de las lecturas hechas:

Tabla XXII. **Cuadro de medición de ruido intermitente en pre-prensa**

CUADRO DE DATOS					
Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia	Medida	Frecuencia
104,3	2	106,8	1	109,4	1
104,4	1	107,1	1	109,5	1
104,5	1	107,3	2	109,6	2
105,0	1	107,6	2	109,7	1
105,1	1	107,8	1	110,0	1
105,5	1	107,9	1	110,1	2
105,8	1	108,2	1	110,2	1
106,4	1	108,3	1	Maxímimo	110,2
106,6	1	108,8	1	Mínimo	104,3
Promedio	107,5				
Desv. Est.	1,9745874				
Coef. var.	1,83692103				

Fuente: elaboración propia.

El dato máximo obtenido fue de 110 dB, el mínimo de 104, la media de 107,5 dB, la desviación estándar es bastante pequeña, lo que indica poca dispersión de los datos en relación a la media. Este valor es mayor de 90 dB, pero según el tiempo de exposición recomendado por la - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*- (ACGIH), de 15 minutos para un nivel de ruido de 100 db y también el indicado por -Organización Internacional del Trabajo- (OIT), de 30 minutos con un nivel de ruido de 115, se encuentra dentro de los niveles permitidos, ya que su exposición no tarda más de 5 minuto cada vez que se produce el ruido.

En el área de administración no existe este tipo de problema, el ruido que llega del área de pre-prensa y producción es casi inaudible y se puede llevar a cabo una conversación normal, sin ser interrumpida. Por lo cual auxiliándose con los datos dados por la OIT, organización que ha hecho múltiples estudios de

ruido, se puede decir que el nivel de ruido dentro de ésta área puede encontrarse entre 50-60 dB, correspondientes a una conversación en voz baja y a una conversación normal, respectivamente, ya que no existe alguna fuente externa que produzca que el nivel de ruido sea superior al indicado.

3.6.2. Iluminación

Para realizar el análisis de las condiciones de iluminación primero se aplicó a cada área una lista de cotejo, a continuación se presentan los resultados:

Tabla XXIII. Lista de cotejo iluminación

ELEMENTOS EVALUADOS	Incumple	Cumple
En caso de ser posible, ¿se utiliza la luz natural?		X
En el caso de existir ¿se mantienen limpios y practicables las ventanas, los lucernarios y las claraboyas?	X	
¿Existe un programa de mantenimiento y limpieza periódica del sistema de iluminación artificial?	X	
¿Existe lámparas "fundidas" o averiadas?	X	
¿Existen lámparas con apantallamiento o difusores deteriorados?	X	
¿Existen luminarias sucias o cubiertas de polvo?	X	
El nivel de iluminación disponible en el puesto ¿es suficiente para el tipo de tarea que realiza el trabajador?		X
¿En caso de trabajar con pantallas de visualización, ¿resulta demasiado elevado el nivel de iluminación existente?		

Continúa tabla XXIII.

ELEMENTOS EVALUADOS	Incumple	Cumple
¿Existen diferencias de iluminación dentro de la zona de trabajo?		X
¿Existen diferencias de iluminación muy grandes entre la zona de trabajo y el resto del entorno visible?		X
¿Es suficiente el nivel de iluminación en las zonas de paso?		X
¿Existe deslumbramiento directo debido a la presencia de luminarias muy brillantes?		X
¿Existe deslumbramiento directo debido a la presencia de ventanas frente al trabajador?		X
¿Existe deslumbramiento directo debido a la presencia, dentro del campo visual del trabajador, de otros elementos?		X
. ¿Se producen reflejos molestos en la propia tarea?		X
¿Se producen reflejos molestos en la superficie del entorno visual?		X
¿Existen diferencias grandes de luminosidad (luminancia) entre elementos del puesto?		X
¿Existe un buen contraste entre los detalles o elementos visualizados y el fondo sobre el que se visualizan?		X
¿Se proyectan sobre la tarea sombras molestas?		X
¿Permite la iluminación existente una percepción de los colores suficiente para el tipo de tarea realizada?		X
El sistema de iluminación ¿produce parpadeos molestos?	X	
En el caso de elementos giratorios o en movimiento ¿se perciben efectos estroboscópicos?		X
Los elementos visualizados se encuentran bien situados (plano horizontal y vertical)	X	

Continúa tabla XXIII.

ELEMENTOS EVALUADOS	Incumple	Cumple
¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificultan la visualización de la tarea?		X
TOTAL	7	16

Fuente: hecho en *programa EvaLuz 1.0*

% de cumplimiento= (número de ítems afirmativos/ número de ítems totales) X 100

% de cumplimiento= $(14/23)*100 = 69,57\%$

Las condiciones de iluminación se cumplen en un 69,6%, los aspectos que aun no cumplen se relación con la limpieza y poco mantenimiento que se les da a las luminarias, lo que puede promover el inadecuado funcionamiento de las lámparas y su corta vida de duración.

Para realizar el análisis formal se usó el método de Cavidad Zonal, como sigue:

a. Iluminación producción

Los pasos para determinar el nivel de iluminación son los siguientes:

☉ Determinar el nivel lumínico

Primero se debe escoger el nivel de iluminancia necesaria según la tarea, en las tablas XXV y XXVI se presentan los rangos, en este caso por tratarse de un taller se escoge la letra D de trabajo grueso, el cual da un nivel de iluminancia de 200 – 300 – 500 lux. Para escoger el nivel adecuado se utilizan los factores de peso que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXIV. **Cuadro de factores de peso**

VARIABLE	FACTOR		
	- 1	0	+ 1
Edad de la persona	Menor de 40	40 a 55	Mayor de 55
Velocidad o exactitud	No importa	Importante	Crítico
Reflectancia del fondo de la tarea	Mayor de 70 %	30% a 70 %	Menor de 30 %

Fuente: modificada de <http://html.rincondelvago.com/ruidos-e-iluminacion.html>

Se suman los factores de peso y según su suma se escogerá el dato de iluminancia inferior, medio o superior, si la suma es -2 ó -3 se utiliza el inferior, si la suma es -1, 0 ó + 1 el medio, si es +2 ó +3 el superior.

Edad de la persona:	-1
Velocidad o exactitud:	0
Reflectancia del fondo de la tarea:	0
Suma	-1

Se debe usar el valor medio de 300 lux

Tabla XXV. Nivel de Iluminancia en Lux

NIVELES DE ILUMINANCIA		
Rango	Nivel Lumínico	Descripción
A	20 – 30 – 50	Áreas públicas, alrededores oscuros.
B	50 – 75 – 100	Áreas de orientación, corta permanencia
C	100 – 150 – 200	Trabajos ocasionales simples
D	200 – 300 – 500	Trabajos de gran contraste o tamaño. Lectura de originales y fotocopias buenas. Trabajo sencillo de inspección o de banco
E	500 – 750 – 1000	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño. Lectura a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco.
F	1000 – 1500 – 2000	Trabajos de poco contraste o muy pequeño tamaño, ensamblaje difícil, etc.
G	2000 – 3000 – 5000	Lo mismo durante períodos prolongados. Trabajo muy difícil de ensamblaje, inspección o de banco
H	5000–7500–10000	Trabajos muy exigentes y prolongados
I	10000–15000–20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía.

Fuente: modificada de <http://html.rincondelvago.com/ruidos-e-iluminacion.html>

Tabla XXVI. **Categorías de Iluminancia según tarea**

CATEGORÍAS DE ILUMINANCIA	
Rango	Descripción
	Montaje
D	Simple
E	Moderadamente difícil
F	Difícil
G	Muy difícil
H	Extra difícil
	Talleres
D	Trabajo grueso
E	Trabajo medio
H	Trabajo fino
	Oficinas
F	Lectura de reproducciones pobres
D	Lectura y escritura a tinta
D	Lectura escritura de mucho contraste
	Salas de dibujo
F	Dibujo detallado
E	Esbozos
	Áreas de servicio
C	Escaleras, corredores, entradas, baños

Fuente: modificada de <http://html.rincondelvago.com/ruidos-e-iluminacion.html>

📍 Elegir la lámpara

Se usan lámparas fluorescentes estándar luz de día, vida útil de 20 000 horas y lúmenes iniciales de 3 050, 2 lámparas por luminaria, alumbrado directo. En la tabla de anexos, se pueden consultar valores típicos de lúmenes iniciales.

📍 Reflectancia del ambiente

Cada color puede tener cierto porcentaje de reflectancia, en la tabla siguiente se indican los valores más comunes:

Tabla XXVII. **Cuadro de reflectancias**

PORCENTAJE DE REFLECTANCIA		
Color	Coefficiente de Reflexión	Tipo de Color
Blanco	70 – 85	Claro
Marfil	70 – 75	Claro
Colores pálidos	60 – 70	Claro
Amarillo	55 – 65	Semi-claro
Marrón claro	45 – 55	Semi-claro
Verde claro	40 – 50	Semi-claro
Gris	30 – 50	Semi-claro
Azul	25 – 35	Obscuro
Rojo	15 – 20	Obscuro
Marrón oscuro	10 – 15	Obscuro

Fuente: modificada de <http://html.rincondelvago.com/ruidos-e-iluminacion.htm>

Se debe determinar cada una de las reflectancias del edificio, del techo, de la pared y del piso:

Color del techo	gris	50 % reflectancia
Color de la pared	blanco	70% reflectancia
Color del piso	gris oscuro	30 % reflectancia

Ⓔ Coeficiente de mantenimiento

Los siguientes factores se toman en cuenta para hacer el cálculo:

Temperatura ambiente	1,00
Tensión de alimentación	1,00
Factor de balastro	0,93
Depreciación de superficies	1,00
Depreciación suciedad acumulada cuarto para 12 meses	(figura 48), después de interpolar 0,976
Lámparas quemadas	0,95
Depreciación de lúmenes	0,90

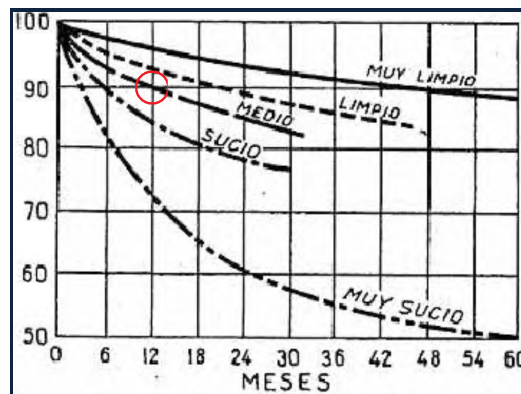
Figura 48. **Depreciación suciedad superficie de ambiente**

Iluminación Directa				
RCA	Meses			
	10	20	30	40
1	0,98	0,96	0,94	0,92
2	0,98	0,96	0,94	0,92

Fuente: http://www.4shared.com/get/d3Y9rQcJ/Manual_del_alumbrado__Westingh.html

Depreciación suciedad acumulada luminaria tomando 12 meses y nivel medio de suciedad (figura 49) 0,9

Figura 49. Depreciación por suciedad luminaria



Fuente: http://www.4shared.com/get/d3Y9rQcJ/Manual_del_alumbrado__Westingh.html

$$FM = 1,00 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,00 \times 0,976 \times 0,95 \times 0,90 \times 0,9 = 0,7$$

Relaciones de cavidad

$$RCA = \text{Razón de cavidad del local} = \frac{5 \times h_{CA} (L+W)}{L \times W}$$

$$RCC = \text{Razón de cavidad de cielo raso} = \frac{5 \times h_{CC} (L+W)}{L \times W}$$

$$RCP = \text{Razón de cavidad de piso} = \frac{5 \times h_{CP} (L+W)}{L \times W}$$

Donde:

h_{RC} = altura del local entre el plano de la luminaria y el del trabajo.

h_{CC} = distancia del plano de la luminaria al cielo.

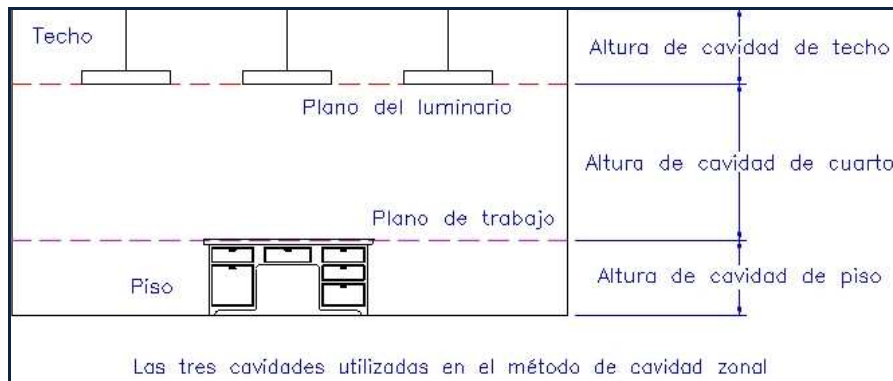
h_{FC} = altura del plano de trabajo sobre el piso

L = longitud del local.

W = ancho del local

En la siguiente figura se indican las diferentes alturas de cada cavidad

Figura 50. **Cavidades del método de Cavidad Zonal**



Fuente: modificado de <http://www.iluminet.com.mx/software-mexicano-para-iluminacion-de-interiores/>

Cálculo de relaciones de cavidades aplicando las fórmulas anteriores:

$$RCA = \frac{5 \times 2,5 (38 + 12,3)}{38 \times 12,3} = 1,35$$

$$RCC = \frac{5 \times 1 (38 + 12,3)}{38 \times 12,3} = 0,54$$

$$RCP = \frac{5 \times 0,9 (38 + 12,3)}{38 \times 12,3} = 0,48$$

④ Reflectancias efectivas

Para hacer este cálculo se usan las relaciones de cavidad ya encontradas y las reflectancias del ambiente, las cuales se relacionan en una tabla de coeficientes de reflectancias efectivas ρ , como la que se muestra en anexos.

Reflectancia efectiva del cielo ρ_{CC}

Para una reflectancia de techo de 50% y de la pared de 70 % y relación de cavidad de cielo de 0,5 se tiene una reflectancia efectiva de 48 %, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 51. **Reflectancia efectiva de cavidad del cielo**

Reflectancia piso ó cielo	50			30				10		
% Reflectancia pared	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
5	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

Fuente: elaboración propia.

Reflectancia efectiva del piso ρ_{CP}

Para una reflectancia de piso de 30% y de la pared de 70% y relación de cavidad de piso de 0,5; no se tiene una lectura directa, como se ve en la figura anterior, por lo cual se debe extrapolar usando la siguiente ecuación:

Para 70 % de reflectancia de pared ----- X

Para 65% de reflectancia de pared ----- ρ_{CP} 29

Para 50% de reflectancia de pared ----- ρ_{CP} 28

$$Y - 50 = \frac{(65 - 50) \times (X - 28)}{(29 - 28)}$$

$$X = \frac{Y + 370}{15} = \frac{70 + 370}{15} = 29,33$$

Reflectancia efectiva del piso ρ_{CP} de 29,33 = 30 %

④ Coeficiente de utilización

Para calcular el coeficiente de utilización es necesario conocer la reflectancia efectiva del cielo, calculada con anterioridad, siendo de 48 %, la reflectancia de la pared de 70 % y la relación de cavidad del ambiente RCA de 1,35.

Se utilizan tablas donde se relacionan los valores anteriores, sin embargo estas están establecidas para una reflectancia efectiva de 20 %, por lo que se debe encontrar un factor de corrección. En la tabla A-2 de anexos se proporciona un modelo, pero en los rangos que se indican no aparecen dichos datos, por lo que se debe interpolar o extrapolar, según el caso.

Después de hacer algunas interpolaciones se obtuvieron los coeficientes de utilización para reflectancias efectivas de 50% y 30 % con 70 % de reflectancia de pared, en la figura siguiente se muestran dichos datos:

Figura 52. **Coefficientes de utilización para reflectancia de pared 70%**

Reflectancia efectiva cielo	50				30				10		
Reflectancia pared	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10
RCA	Coeficiente de Utilización, Método de Cavidad Zonal, Pcp = 20 %										
1	0,79	0,77	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
2	0,73	0,71	0,69	0,66	0,70	0,68	0,66	0,64	0,65	0,63	0,62

Fuente: elaboración propia.

Los datos resaltados corresponden a los nuevos valores encontrados por extrapolación.

Con los datos anteriores se interpoló para obtener el valor del coeficiente de utilización para 48 % de reflectancia efectiva de cielo, obteniéndose para RCA 1 y RCA 2, los siguientes valores: 0,785, 0,727. Se hizo una última interpolación para encontrar el coeficiente de utilización para una relación de ambiente de 1,35, obteniéndose finalmente 0,765.

Para Corregir el dato anterior encontrado se debe buscar el factor de multiplicación en la tabla A-3 de anexos, como no se puede encontrar en forma directa, se hacen las interpolaciones necesarias, obteniéndose los primeros datos que se muestra en la figura siguiente:

Figura 53. **Factor de corrección para reflectancia de cavidad de piso 30%**

Reflectancia efectiva cielo	50				30				10			
Reflectancia pared	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	
RCA	Factores de multiplicación para reflectancias Pcp = 30 %											
1	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	
2	1,05	1,04	1,03	1,03	1,04	1,03	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	

Fuente: elaboración propia.

Al final de las interpolaciones se obtuvo un factor de corrección de coeficiente de utilización de 1,05424, el cual se usa para encontrar el coeficiente de utilización real:

$CU_{CORREGIDO}$ = coeficiente de utilización corregido

$CU_{CORREGIDO}$ = CU x Factor de multiplicación

$CU_{CORREGIDO}$ = 0,765 x 1,05424 = 0,80647

📍 Número de lámparas

El número de luminarias se calcula usando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E \times A}{n \times f_{\text{lámpara}} \times FM \times CU_{\text{Corregido}}}$$

Donde:

N = número de luminarias

E = iluminancia

A = área a iluminar

n = número de lámparas por luminaria

F_{lámpara} = lúmenes iniciales de la lámpara

FM = factor de mantenimiento

CU_{Corregido} = coeficiente de utilización corregido

$$N = \frac{300 \times (38 \times 12,3)}{2 \times 3050 \times 0,7 \times 0,80647} = 40,72 \text{ luminarias}$$

41 luminarias

Distribución de luminarias

Espaciamiento máximo siguiendo norma alemana distancia máxima de 1,5 a 2,5 la altura de montaje.

$$D_{\text{Max}} = 2,5 \times 1,5 = 3,75 \text{ aproximadamente } 4$$

4 lámparas a lo ancho y a lo largo 10

Espaciamiento entre centros:

$$d_{\text{ancho}} = 12,3 / 4 = 3,075 \text{ m}$$

$$d_{\text{largo}} = 38 / 10 = 3,8 \text{ m}$$

☉ Iluminancia total

$$E = \frac{N \times n \times f_{\text{lámpara}} \times FM \times CU_{\text{Corregido}}}{A}$$

$$E = \frac{40 \times 2 \times 3\,050 \times 0,7 \times 0,80647}{(38 \times 12,3)} = 294,70 \text{ lux}$$

3.6.3. Ventilación

Una buena ventilación garantiza la conservación de la salud y del mantenimiento de la productividad dentro de las industrias, es por ello que es un factor importante a ser tomado en cuenta. La buena ventilación promueve la sustitución de aire viciado por aire fresco, generalmente se hace uso de la ventilación natural, donde se aprovechan las entradas o ventanas de los lugares de trabajo.

Para establecer si se mantiene una buena ventilación se compara el flujo de aire que entra a través de ventanas u orificios, con el flujo de aire necesario para realizar una determinada actividad. A continuación se indican los resultados obtenidos en algunas áreas de la empresa:

a. Ventilación Producción

Se usó un anemómetro para hacer las lecturas de la velocidad del viento, se tomaron 20 lecturas en kilómetros por hora y se determinó el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XXVIII. **Cuadro de datos ventilación producción**

DATOS ÁREA PRODUCCIÓN			
2,9	2,7	2,6	2,8
2,4	2,8	2,8	2,7
2,7	2,9	2,9	3,0
2,8	2,9	3,0	2,5
2,7	2,6	2,5	3,0
MEDIA	2,76		
DESV. EST.	0,18		
Coef. Var.	6,37		

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo un promedio de 2,8 Km/hora, equivalentes a 0,8 m/s, que son las dimensionales que se usan para realizar los siguientes cálculos:

La cantidad de aire que entra a un edificio se determina a través de la siguiente fórmula:

$$Q_1 = C \cdot A \cdot V$$

Donde

Q_1 = Flujo de aire en m³/s

A = Área de paso de las ventanas en m²

V = Velocidad del viento en m/s

C = Coeficiente de entrada de la ventana. Éste es de 0,5 -6,25 Cuando el viento sopla perpendicular a la ventana y de 0,25 -0,35 cuando lo hace longitudinalmente a la ventana.

Aplicando la anterior ecuación para determinar la cantidad de aire que entra a producción:

$$A = h * L = 2,4 \text{ m} * 4 \text{ m} = 9,6 \text{ m}^2$$

V = Velocidad del viento determinado con anemómetro = 0,8 m/s

C = promedio entre 0,25 y 0,35 = 0,3

$$Q_{1\text{PRODUCCIÓN}} = 9,6 \text{ m}^2 \times \frac{0,8 \text{ m}}{\text{s}} \times 0,3 = \frac{2,30 \text{ m}^3}{\text{s}}$$

Una vez calculado el volumen de aire a renovar se debe calcular el caudal de aire necesario para que se dé una buena ventilación, usando la siguiente ecuación:

$$Q_2 = V \times \text{No. R/hora}$$

Donde:

Q_2 = Caudal de aire necesario (m^3 / h)

V = Volumen de aire que se desea renovar (m^3)

No.R/hora = Número de renovaciones de aire por hora

Usando la ecuación anterior para determinar la cantidad de aire necesario para producción:

V = volumen de producción = Largo * alto * ancho

$$V = 38 \text{ m} * 12,3 \text{ m} * 4,4 \text{ m} = 2 056,56 \text{ m}^3$$

No.R/hora = se usó el número de renovaciones para un taller que se indica en la tabla XXIV, siendo de 4 renovaciones / hora.

$$Q_{2\text{PRODUCCIÓN}} = 2 056,56 \text{ m}^3 \times \frac{4 \text{ renovaciones}}{\text{hora}} = \frac{8 226,24 \text{ m}^3}{\text{hora}}$$

$$Q_{2 \text{ PRODUCCIÓN}} = 2,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Comparando entre los valores obtenidos $Q_{1 \text{ PRODUCCIÓN}}$ y $Q_{2 \text{ PRODUCCIÓN}}$, el volumen que entra $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ es justo el que se necesita $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$, para renovar el aire nocivo dentro del área de producción, esto cuando se abre completamente el portón de la entrada, cuyas dimensiones son de $2,4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$.

Tabla XXIX. **Número de Renovaciones de locales por hora**

NÚMERO DE RENOVACIONES DEL AIRE / HORA	
LUGAR	Renovaciones/hora
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	2-4
Hospitales, enfermedades epidémica	5-6
Talleres	3-4
Teatros	3-4

Fuente: modificado de laboratorio ventilación IPI 1, ingeniería, USAC.

b. Ventilación Bodega

En el caso de ventilación de bodega se tomaron 20 lecturas con el anemómetro, dando una media de velocidad de viento de $0,96 \text{ Km/h}$ equivalentes a $0,27 \text{ m/s}$.

Usando el valor de viento mencionado con anterioridad se calculó la cantidad de aire que entra $Q_{1 \text{ BODEGA}}$, usando los mismos valores del área de producción tal como que se indica a continuación:

$$Q_{1BODEGA} = 9,6 \text{ m}^2 \times \frac{0,27 \text{ m}}{\text{s}} \times 0,3 = \frac{0,77 \text{ m}^3}{\text{s}}$$

Así mismo se calculó $Q_{2BODEGA}$, usando como dimensiones del área de bodega 12.67m, 12.3 m, 4.4 m y 4 renovaciones/hora:

$$V = 12,67\text{m} * 12,3 \text{ m} * 4,4 \text{ m} = 685,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{2BODEGA} = 685,70 \text{ m}^3 \times \frac{4 \text{ renovaciones}}{\text{hora}} = \frac{2742,80 \text{ m}^3}{\text{hora}}$$

$$Q_{2BODEGA} = 0,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

Comparando $Q_{1BODEGA}$ de $0,77 \text{ m}^3/\text{s}$ con $Q_{2BODEGA}$ $0,76 \text{ m}^3/\text{s}$, el volumen que entra supe el volumen de aire necesario, esto cuando el portón se abre en su totalidad, no así en otras condiciones.

Los datos de las lecturas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XXX. **Cuadro de datos ventilación bodega**

DATOS ÁREA BODEGA			
1,0	0,9	0,9	0,9
1,0	1,0	0,9	0,8
1,0	1,0	1,0	0,9
0,9	0,9	1,0	1,1
1,0	1,1	0,9	0,9
MEDIA	0,96		
DESV. EST.	0,07		
Coef. Var.	7,67		

Fuente: elaboración propia.

c. Ventilación pre-prensa

Al tomar lecturas en pre-prensa prácticamente el anemómetro permaneció sin movimiento, por lo cual no se pudo obtener ninguna lectura, pues en este lugar no corre el viento, por su ubicación, sin embargo al estar en dicha área, no se siente mucho calor, se siente confortable.

3.6.4. Calor y humedad

Uno de los aspectos importantes que hay que tomar en cuenta en las instalaciones industriales donde se eleva la temperatura ambiente es el calor y la humedad que se producen, el calor hace que aumente la fatiga de los trabajadores, disminuyendo su productividad, la humedad si baja a más de 35 % puede ser peligrosa y causa de incendios por aumento del efecto de la electricidad estática, y aun más si se trabaja con sustancias flamables como solvente, *thinner* u otras sustancias químicas con propiedades similares.

Atendiendo a ello se hizo el análisis del calor y de la humedad dentro de la empresa analizada, como se indica a continuación.

Para determinar la temperatura y la humedad se hicieron lecturas directas en un higrómetro instalado en el área de producción. Después del procesamiento de los datos usando estadística descriptiva se detectó que el calor imperante dentro de las instalaciones, es en promedio de aproximadamente 35 grados centígrados, algunos días es más y otros menos pero varía entre 28 grados por la mañana- tarde, al medio día 37- 40 siendo éste último dato en los días de pleno verano.

Tabla XXXI. Cuadro de temperatura área de producción

CUADRO DE DATOS				
Medida	Medida	Medida	Medida	Medida
28	36	33	36	37
32	36	37	35	38
35	37	32	33	37
30	32	35	32	35
34	30	38	36	35
30	35	40	39	37
33	36	39	36	36
30	32	37	38	34
35	31	40	36	36
34	33	38	39	38
30	38	35	37	34
33	40	37	33	33
34	36	34	35	35
36	31	35	37	37
32	36	36	36	34
30	32	36	34	34
34	31	34	37	37
37	32	35	34	30
33	34	39	35	31
30	31	37	34	29
Promedio	34,7			
Desv Est.	2,72			
Coef Var	7,86%			
Máximo	40			
Mínimo	28			

Fuente: elaboración propia.

Esta temperatura hace que el trabajo sea bastante agotador, terminan su jornada cansados que ya no quieren realizar otras actividades, para algunos es más difícil la tarea, especialmente para los operarios de horno, *transfer*, máquinas manual y automática por la irradiación continua de calor que emiten su máquinas.

Otro factor a considerar es el porcentaje de humedad, ya que al ser más alta existe la dificultad de no producirse la evaporación normal del sudor que produce el cuerpo, dando una sensación de mayor calor y se tiene mayor sofocación, para determinar la humedad, también se hicieron lecturas del higrómetro estas se presentan a continuación:

Tabla XXXII. **Cuadro de humedad relativa área de producción**

CUADRO DE DATOS				
Medida	Medida	Medida	Medida	Medida
50%	79%	70%	80%	73%
57%	74%	77%	79%	75%
68%	77%	65%	65%	80%
51%	63%	70%	68%	70%
75%	51%	71%	69%	71%
58%	66%	81%	77%	75%
64%	67%	79%	70%	75%
61%	60%	69%	82%	65%
68%	61%	82%	70%	70%
73%	60%	83%	71%	79%
56%	82%	65%	73%	72%
67%	77%	70%	60%	66%
70%	73%	71%	69%	69%
63%	59%	69%	79%	79%
59%	76%	68%	73%	73%
56%	56%	77%	67%	71%
69%	61%	64%	81%	83%
79%	55%	77%	69%	48%
69%	67%	80%	65%	55%
55%	62%	75%	71%	55%
Promedio	69,0%			
Desv Est.	0,08			
Coef Var	0,12			
Máximo	83%			
Mínimo	48%			

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una media de 69 % de humedad relativa, siendo el máximo de 83% y el mínimo de 48 %, dadas las humedades de confort indicadas por organizaciones doctas en el tema, de 30 % -70 %, la humedad existente en producción se encuentra entre los límites aceptados.

3.6.5. Aspectos laborales

En la empresa no existe un sistema de incentivos que motive a los empleados a trabajar con más ahínco. La mayoría de ocasiones se trabaja más de las 8 horas estipuladas por el código de trabajo, hacen 3 horas extras, todos los días, a excepción de los días cuando baja el volumen de trabajo. El pago se hace según las jornadas diurna y nocturna, conforme lo indica el código de Trabajo.

A continuación se presentan los artículos relacionados con las jornadas de trabajo incluidos en el Código de Trabajo:

Tabla XXXIII. **Jornadas de trabajo**

Número de artículo	Descripción
Artículo 116	<p>La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.</p> <p>La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.</p>

Continúa tabla XXXIII.

Número de artículo	Descripción
Artículo 116	<p>Tiempo de trabajo efectivo es aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono.</p> <p>Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.</p> <p>Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.</p> <p>La labor diurna normal semanal será de cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para los efectos exclusivos del pago de salario.</p> <p>Se exceptúan de esta disposición, los trabajadores agrícolas y ganaderos y los de las empresas donde labore un número menor de diez, cuya labor diurna normal semanal será de cuarenta y ocho horas de trabajo efectivo, salvo costumbre más favorable al trabajador. Pero esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajan quinientos o más trabajadores.</p>
Artículo 117	<p>La jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana.</p> <p>Jornada mixta es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte del período diurno y parte del período nocturno.</p>

Continúa tabla XXXIII.

Número de artículo	Descripción
Artículo 117	No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno.
Artículo 118	La jornada ordinaria que se ejecute en trabajos que por su propia naturaleza no sean insalubres o peligrosos, puede aumentarse entre patronos y trabajadores, hasta en dos horas diarias, siempre que no exceda, a la semana, de los correspondientes límites de cuarenta y ocho horas, treinta y seis horas y cuarenta y dos horas que para la jornada diurna, nocturna o mixta determinen los dos artículos anteriores.
Artículo 122	Las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de doce horas diarias, salvo casos de excepción muy calificados que se determinen en el respectivo reglamento o que por siniestro ocurrido o riesgo inminente, peligren las personas, establecimientos, máquinas, instalaciones, plantíos, productos o cosechas y que sin evidente perjuicio, no sea posible sustituir a los trabajadores o suspender las labores de los que estén trabajando.

Fuente: Código de Trabajo de Guatemala.

3.6.6. Ergonomía

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar

cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia.

En el caso de la empresa bajo estudio el principal problema detectado fue el siguiente:

Algunas máquinas no son aptas para la altura de todos los operarios, especialmente para las operarias, que generalmente presentan una altura baja (máximo 1,55 m), teniéndose que estirar para poder realizar su trabajo, o acudir a la ayuda de un banco. Esto ocurre comúnmente en las máquinas sublimadoras, que están colocadas sobre mesas de corte a una altura de 0,9 m, más la altura de la propia máquina, lo que dificulta la tarea de ubicar el *transfer* correctamente, incurriendo en errores de mala ubicación de la prenda tanto en medida como en simetría.

La mayoría de las operaciones requiere que el personal este en pie, por lo que al descansar pueden apoyar posturas no normales que pueden afectar el cuerpo en general.

3.7. Condiciones inseguras de trabajo

Las condiciones inseguras de trabajo son causa de incidentes y accidentes en los lugares de trabajo, es por ello que es necesario que se les identifique y se les controle

A partir del uso de la técnica de observación se lograron detectar las siguientes condiciones inseguras dentro de la empresa.

3.7.1. Condiciones inseguras

Entre las condiciones inseguras detectadas están:

- Ⓢ Falta de señalización cuando el pulpo de serigrafar está en pausa, por arreglo de alguna falla y no hay personal de producción cerca.

3.7.2. Actos inseguros

- Ⓢ Trabajar sin autorización del personal
- Ⓢ Trabajar sin seguridad
- Ⓢ Poner a trabajar equipo peligroso sin avisar
- Ⓢ Colocarse cerca de equipo peligroso, sin respetar el área de seguridad ubicada a su alrededor
- Ⓢ Distraerse mientras se opera maquinaria peligrosa
- Ⓢ Distraer a compañeros de trabajo mientras se opera máquina peligrosa
- Ⓢ No usar equipo de seguridad, en áreas donde se manejan solventes fuertes y dañinos

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN

4.1 Diseño de sistema de control de producción

Un sistema es un conjunto de componentes que interactúan unos con otros, de tal forma que cada conjunto se comporta como una unidad completa.

El control de producción consiste en la supervisión de las actividades, así como su cumplimiento a través de un sistema que permita acceder a los datos que informen sobre el estado de las órdenes y los centros de trabajo.

Es una técnica que da respuestas a las interrogantes: ¿cuánto se va a producir?, ¿cuándo se va a producir?, ¿cómo se va a producir?, ¿con qué se va a producir? También mide la cantidad de producto, el tiempo involucrado en dicha producción y contrasta los resultados entre la producción real y la deseable. Los procesos involucrados son los siguientes: pronosticar, planificar, programar.

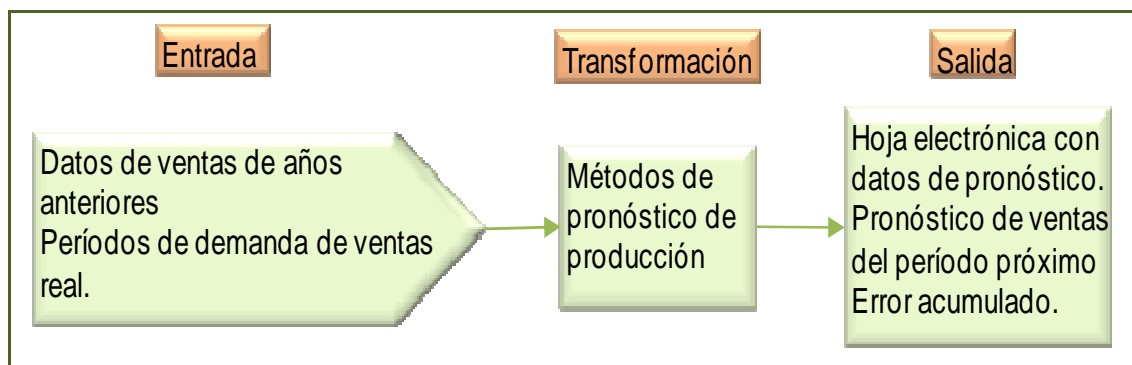
4.1.1. Procesos del sistema de control de producción

Los procesos son los indicados con anterioridad, sus respectivos diagramas se muestran abajo:

☉ Pronosticar

Para realizar el proceso de pronosticar se necesitan como entrada los datos de ventas para que a través de la aplicación de diferentes métodos de producción, se obtengan como salida el pronóstico del mes próximo.

Figura 54. **Proceso 1**

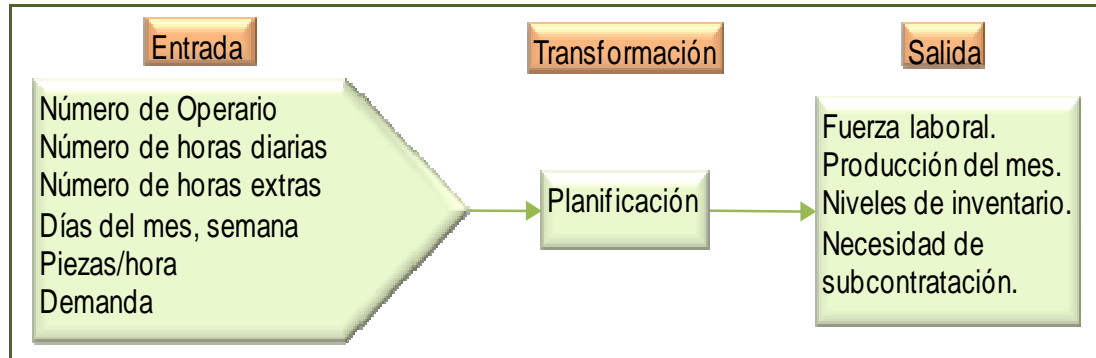


Fuente: elaboración propia.

☉ Planificar

Para realizar la planificación son necesario que se sepan los jornadas de trabajo tanto en la cantidad de horas normales como horas extras, la demanda, la capacidad de producción, con ello al final del proceso se tendrá la cantidad de operarios necesarios para realizar el trabajo, así como detectar si es necesario contratar a otra empresa para que se encargue de producir.

Figura 55. **Proceso 2**

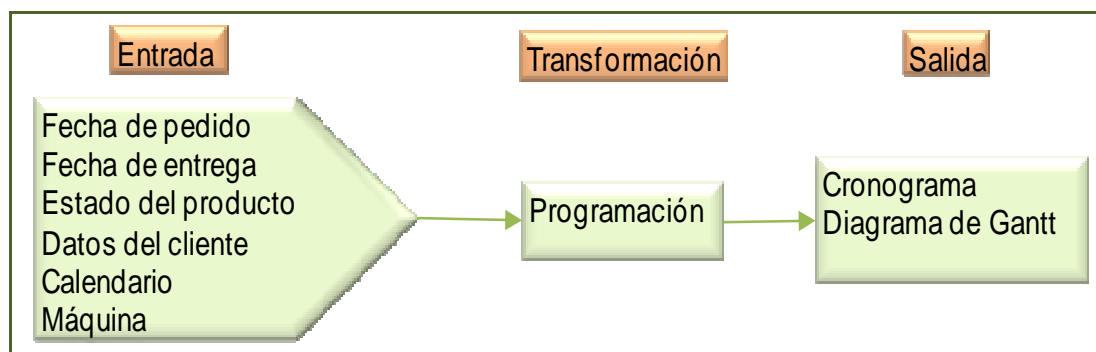


Fuente: elaboración propia.

Programar

La programación es un proceso de corto plazo, indispensable para cubrir las necesidades inmediatas de producción, que son indicadas al final del proceso en diagramas de Gantt. El diagrama correspondiente se indica a continuación.

Figura 56. **Proceso 3**

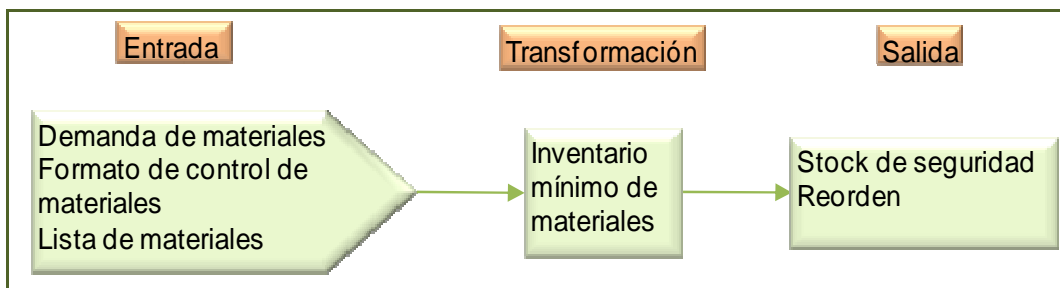


Fuente: elaboración propia.

☉ Inventario de Insumos

Para no dejar desabastecido el sistema, es muy importante que se maneje el inventario de materiales, generándose al final una lista de materiales con su nivel de reorden, el stock de seguridad.

Figura 57. **Proceso 4**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Funciones del sistema de control de Producción

- ☉ Contralar la capacidad, factores de eficiencia
- ☉ Controlar niveles de inventario
- ☉ Asignar prioridad a los pedidos que lleguen tarde
- ☉ Mantener la información sobre cantidad de trabajo en proceso
- ☉ Pronosticar la demanda
- ☉ Concatenar los pedidos de los clientes y su plazo con la capacidad de producción
- ☉ Dar las instrucciones de producción que garanticen el cumplimiento de los plazos de entrega
- ☉ Elaborar y controlar los inventarios de materia prima y de producto terminado

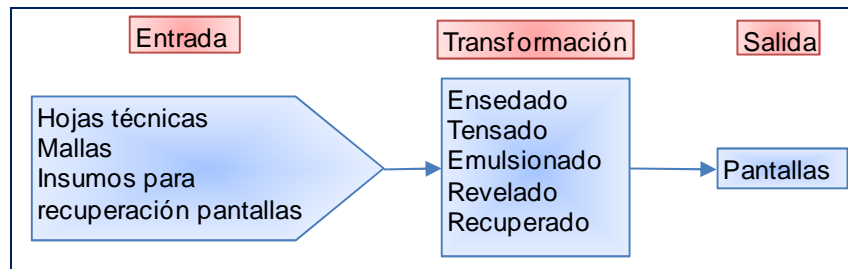
4.1.3. Procesos del sistema de producción

Los procesos involucrados en la producción de la empresa se indican a continuación:

Preparación de pantallas

Las hojas técnicas dadas por los clientes son el punto de partida para desarrollar este proceso, en ellas se indica el color de la tinta (pantone), el arte a imprimir, la ubicación del arte (medidas), la cantidad de colores y las tallas. En la siguiente figura se muestra el diagrama del proceso.

Figura 58. **Proceso A**



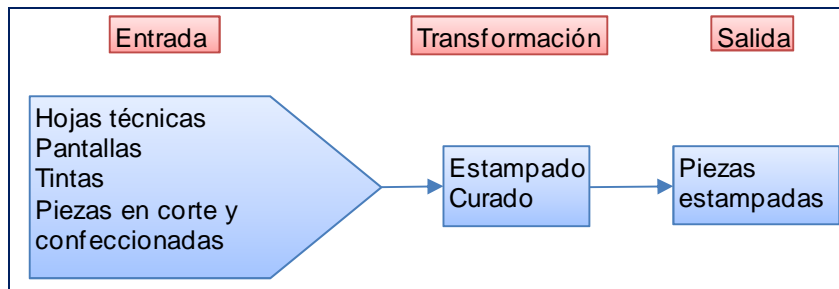
Fuente: elaboración propia.

Serigrafía de piezas

El proceso de serigrafía no solo necesita de las hojas técnicas sino de la materia prima a imprimir, la cual es dada por el cliente en estado de corte o en prendas ya confeccionadas, como puede verse en la siguiente figura, para llevar a cabo el proceso necesita de las tintas de imprimir y de las pantallas descritas

en el proceso anterior, si alguno de ellos falla no se puede llevar a cabo el proceso de transformación.

Figura 59. **Proceso B**

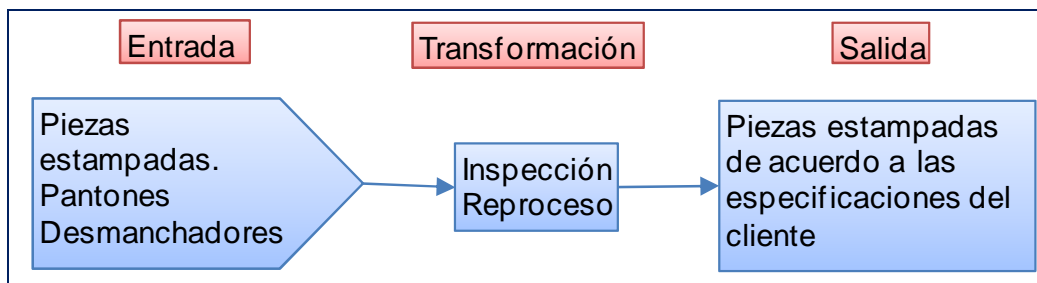


Fuente: elaboración propia.

Reproceso

El proceso de reproceso tiene involucradas dos actividades, el retoque y el desmanche, con lo cual se determina si se obtiene un producto final de primera o de segunda. A continuación se presenta el diagrama de dicho proceso.

Figura 60. **Proceso C**

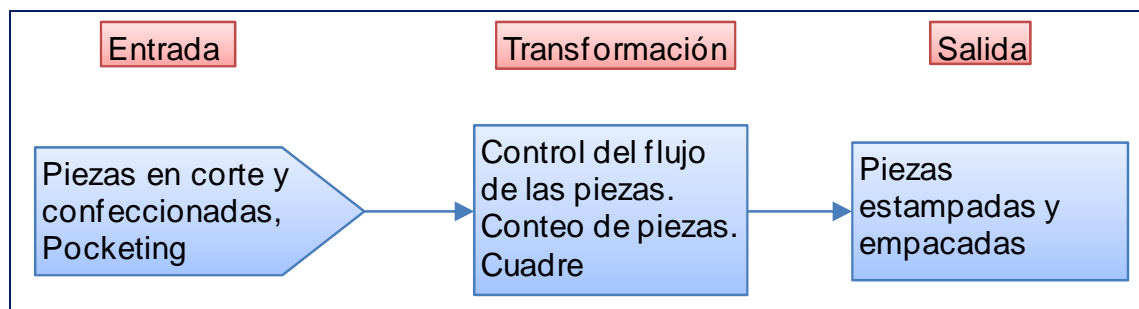


Fuente: elaboración propia.

Control de flujo de piezas

En el control del flujo de piezas, consiste en mantener el número de piezas iniciales igual al número de piezas finales, usando el conteo de las piezas al inicio y al final de la operación. El diagrama se indica en la siguiente figura:

Figura 61. **Proceso D**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Implementación

La implementación del sistema abarcó las áreas de Pre-prensa, bodega y producción, los cambios realizados se mencionan en los siguientes incisos.

4.2.1. Documentación

La documentación consistió en hojas técnicas de los clientes, hojas técnicas internas, formatos y procedimientos.

Hojas técnicas internas

Son las hojas que circulan internamente dentro de la empresa, en ella se indican las especificaciones dadas por los clientes.

Formatos

Los formatos son hojas donde se lleva el control o se recaba información sobre las operaciones que se realizan en el área producción, Pre-producción de la empresa. En la siguiente tabla se indican los Formatos:

Tabla XXXIV. **Lista de formatos**

NOMBRE	CÓDIGO	ÁREA
Control de reproceso	FCC-01	Calidad
Reporte de inspección de producto terminado	FCC-04	Calidad
Especificaciones de producción.	ME-01	Producción
Especificación de producción de muestras.	ME-02	Producción
Especificaciones de producción de <i>transfer</i>	ME-03	Producción
Control de producción de <i>transfer</i>	FP-01	Producción
Control de tiempo no productivo	FP-02	Calidad
Control de actividades realizadas por día en el área 1 de pre prensa	FPP-01	Pre Prensa
Control de actividades realizadas por día en el área 2 de pre prensa	FPP-02	Pre Prensa
Control de actividades realizadas por día en el área 3 de pre prensa	FPP-03	Pre Prensa
Formulación de tintas	FPP-04	Tintas
Control de consumo de tintas	FPP-05	Tintas
Hoja técnica	FPP-06	Muestras
Inventario de tintas	FPP-07	Tintas
Etiqueta de Control interno de piezas	FB-01	Bodega

Continúa tabla XXXIV

NOMBRE	CÓDIGO	ÁREA
Control de producción	FB-02	Bodega
Control de entrada de piezas confeccionadas	FB-03	Bodega
Reporte Diario de producción	FB-04	Bodega
Control de Piezas para muestras	FB-05	Bodega
Requisición de materiales	FB-06	Bodega

Fuente: elaboración propia.

Conforme se vaya desarrollando la implementación del sistema, se irán mencionando dichos formatos. Algunos otros formatos fueron llevados en forma electrónica, por lo cual sólo se mencionan.

Instructivos

Los instructivos son documentos donde se especifica con cierto detalle cómo se realiza una actividad, en la tabla siguiente se indican los instructivos implementados.

Tabla XXXV. **Lista de instructivos**

NOMBRE	CÓDIGO	ÁREA
Enderezado de marcos	MI-08	Pre prensa
Ensedado de marcos	MI-09	Pre prensa
Recuperación de marcos	MI-10	Pre prensa
Revelado de marcos	MI-11	Pre prensa
Preparar marcos	MI-12	Pre prensa
Regresar marcos	MI-13	Pre prensa
Tensar marcos Newman	MI-14	Pre prensa

Continúa tabla XXXV

Verificar la superficie de tensado	MI-15	Pre prensa
Preparación de tintas	MI-16	Pre prensa
Preparación de muestras	MI-17	Pre prensa
Arranque de máquina	MI-18	Producción
Marcar tablas	MI-19	Producción
Preparación de muestras previas a la producción	MI-20	Producción
Centrado de Pocketing	MI-21	Producción
Inspección de producto a procesar	MI-22	Bodega
Ingreso de materiales	MI-23	Bodega
Tensor marcos manual	MI-24	Pre prensa
Inspección horno	MI-25	Calidad
Reproceso	MI-26	Calidad

Fuente: elaboración propia.

Los instructivos incluyen los siguientes aspectos: el usuario, descripción general, el alcance, las responsabilidades, definiciones, material y equipo, condiciones de seguridad, desarrollo y bibliografía. Como ejemplo se presenta a continuación uno de los instructivos que fueron diseñados e implementados, éste va dirigido al área de pre-prensa.

INSTRUCTIVO: TENSADO MANUAL DE MARCO

1. USUARIO

Operarios Pre-Prensa

2. DESCRIPCION GENERAL

Este método describe los pasos necesarios para tensar marcos en forma manual.

3. ALCANCE.

El método es aplicado para lograr el tensado especificado en las tablas monoprint, según el número de seda y nivel de tensado.

4. RESPONSABILIDADES.

- 4.1. Verificar que el marco a tensar tenga la suficiente cantidad de bolsa para que no se rompa en el tensado.
- 4.2. Manejar correctamente las herramientas para evitar dañar el marco y lograr el grado de torsión necesario.
- 4.3. Manejar con cuidado los marcos para evitar que se dañen.
- 4.4. Tensar los marcos de forma que se alcance el nivel de tensión que pide la tabla de Monoprint.
- 4.5. Verificar que la superficie de trabajo es plana
- 4.6. Mantener ordenada y limpia el área de trabajo.
- 4.7. Llenar el formato FPP-02A

5. DEFINICIONES

5.1. Marco

Marco de madera o de metal en que la seda es tensada.

5.2. Rodillo

Pieza cilíndrica de aluminio que forma parte de un marco Newman.

5.3. Marco Newman

Dispositivo formado por 4 rodillos, 2 largos y 2 cortos unidos por esquinas y tornillos usados como marcos para serigrafía.

5.4. Pantalla

Aparato utilizado para estampar que consiste de un marco de madera o de metal con la seda de pantalla tensada en el marco.

Continuación instructivo: TENSADO MANUAL DE MARCO

1.1. Torquímetro

Tipo de palanca que tiene un botón para cambiar de dirección y un clic para indicar si se alcanzó el nivel de esfuerzo de torsión al apretar los tornillos de un Marco Newman.

1.2. Llave Combinada

Llave de aleación de magnesio, con un tamaño extendido de brazo para una mejor acción de palanca.

5.7. Tapón

Extremo final de los marcos Newman, tienen forma de hexágono con 6 caras planas. Cada cara representa 1/6 de una vuelta.

5.8. Eje X

Ancho del marco.

5.9. Eje Y

Largo del marco.

2. MATERIAL Y EQUIPO

2.1. Marco armado y ensedado.

2.2. Tensiómetro Newman.

2.3. Torquímetro.

2.4. Llave combinada.

2.5. Sujetador de marcos.

2.6. Cartón grueso rectangular

3. CONDICIONES DE SEGURIDAD

3.1. Manejar con precaución las herramientas para evitar golpes o magulladuras.

4. DESARROLLO

4.1. Tomar un marco que este ensedado.

4.2. Consultar en la tabla de tensiones de monoprint la tensión conveniente al número de seda y al nivel de tensión.

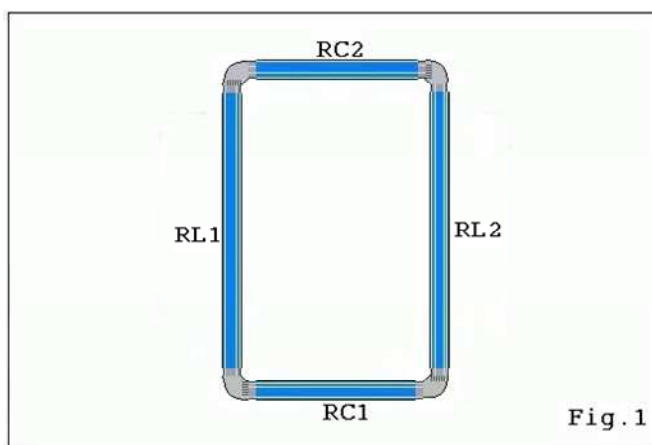
Ejemplo:

Si se desea saber el nivel de tensión que se debe aplicar a la seda número 40, se toma la tabla de monoprint, se busca el número 40 en la columna número-estilo, ya ubicada la seda, se sigue en línea recta horizontal hasta llegar a la última columna niveles de tensión, donde aparecen 3 niveles, para los propósitos de tensión de la empresa, se escoge el nivel 3 que es para expertos, la tensión indicada es de 55 Newtons/ cm.

Continuación instructivo: TENSADO MANUAL DE MARCO

NÚMERO ESTILO	TEJIDO	CONTEO DE MALLA		DIÁMETRO NOMINAL DE FIBRA	ABERTURA DE SEDA	% ÁREA ABIERTA	VOLUMEN TEÓRICO DE TINTA	GROSOR DE TELA	NIVELES DE TENSIÓN		
		PULG	CM	MICRONES	MICRONES		MICRONES	MICRONES	1	2	3
10/500	Sencillo	10	4	500	2000	64	510	920	21	35	50
17/480	Sencillo	17	7	480	1000	44	450	750	21	36	60
28/270	Sencillo	28	11	270	630	49	247	500	21	36	58
40/215	Sencillo	40	16	215	400	43	171	465	22	35	50
53/150	Sencillo	53	21	150	315	44	130	270	21	30	38

- 1.1. Colocar el marco sobre la mesa de trabajo con orientación vertical, es decir con los rodillos cortos en posición horizontal. (ver fig. 1)



- 1.2. Colocar el sujetador de marcos sobre la parte media del marco, colocar previamente el cartón para evitar que se raye el marco.
- 1.3. Colocar la llave combinada en forma perpendicular en el tapón del marco del rodillo corto 1 (RC1), en su extremo izquierdo, usando la mano izquierda.
- 1.4. Con el torquímetro en la mano derecha aflojar el tornillo del extremo izquierdo 2 vueltas.
- 1.5. Aflojar el tornillo del extremo derecho 2 vueltas, manteniendo con la mano izquierda la llave combinada en el otro extremo.
- 1.6. Con la mano izquierda en la parte superior de la llave combinada girar hacia adelante el tapón una cara plana (1/6 de vuelta).
- 1.7. Usar el torquímetro para ajustar primero el tornillo del extremo izquierdo del rodillo, después asegurar el tornillo del lado contrario del rodillo.
- 1.8. Levantar el sujetador de marcos y el cartón.
- 1.9. Dar al marco un giro de 180 ° en favor de las manecillas del reloj, para que el rodillo corto 2 quede en la posición inicial, orientación vertical.
- 1.10. Colocar el sujetador de marcos sobre la parte media del marco, colocar previamente el cartón para evitar que se raye el marco.

Continuación instructivo: TENSADO MANUAL DE MARCO

- 1.1. Colocar la llave combinada en forma perpendicular en el tapón del marco del rodillo corto 2 (RC2), en su extremo izquierdo, usando la mano izquierda.
- 1.2. Con el torquímetro en la mano derecha aflojar el tornillo del extremo izquierdo 2 vueltas.
- 1.3. Aflojar el tornillo del extremo derecho 2 vueltas, manteniendo con la mano izquierda la llave combinada en el otro extremo.
- 1.4. Con la mano izquierda en la parte superior de la llave combinada girar hacia adelante el tapón una cara plana (1/6 de vuelta).
- 1.5. Usar el torquímetro para ajustar primero el tornillo del extremo izquierdo del rodillo, después asegurar el tornillo del lado contrario del rodillo.
- 1.6. Levantar el sujetador de marcos y el cartón.
- 1.7. Dar al marco un giro de 90 ° a favor de las manecillas del reloj, para que el rodillo Largo 1 quede con orientación horizontal, es decir con los rodillos largos en posición horizontal.
- 1.8. Colocar el tensiómetro en la parte media del marco, en el eje X (ancho del marco), leer la tensión.
- 1.9. Colocar el sujetador de marcos de manera que no interfiera con el tensiómetro.
- 1.10. Colocar la llave combinada en forma perpendicular en el tapón del marco del rodillo largo 1 (RL1), en su extremo izquierdo, usando la mano izquierda.
- 1.11. Con el torquímetro en la mano derecha aflojar el tornillo del extremo izquierdo 2 vueltas.
- 1.12. Aflojar el tornillo del extremo derecho 2 vueltas, manteniendo con la mano izquierda la llave combinada en el otro extremo.
- 1.13. Con la mano izquierda en la parte superior de la llave combinada girar hacia adelante el tapón hasta alcanzar el 50% (la mitad) del nivel de tensión leído.
- 1.14. Usar el torquímetro para ajustar primero el tornillo del extremo izquierdo del rodillo, después asegurar el tornillo del lado contrario del rodillo.
- 1.15. Levantar el sujetador de marcos y el cartón.
- 1.16. Dar al marco un giro de 180 ° en favor de las manecillas del reloj, para que el rodillo largo 2 quede en la posición inicial, orientación horizontal.
- 1.17. Colocar el tensiómetro en la parte media del marco, en el eje X (ancho del marco)
- 1.18. Colocar el sujetador de marcos de manera que no interfiera con el tensiómetro.
- 1.19. Colocar la llave combinada en forma perpendicular en el tapón del marco del rodillo largo 2 (RL2), en su extremo izquierdo, usando la mano izquierda.
- 1.20. Con el torquímetro en la mano derecha aflojar el tornillo del extremo izquierdo 2 vueltas.
- 1.21. Aflojar el tornillo del extremo derecho 2 vueltas, manteniendo con la mano izquierda la llave combinada en el otro extremo.
- 1.22. Con la mano izquierda en la parte superior de la llave combinada girar hacia adelante el tapón hasta alcanzar el 100% (total) del nivel de tensión leído.
- 1.23. Usar el torquímetro para ajustar primero el tornillo del extremo izquierdo del rodillo, después asegurar el tornillo del lado contrario del rodillo.
- 1.24. Levantar el sujetador de marcos y el cartón.
- 1.25. Levantar el tensiómetro para hacer la lectura en el eje Y (largo del marco)
- 1.26. Verificar que la tensión marcada en el eje Y no varíe más de 2 N/Cm con respecto a la tensión en el eje X, si varía más de lo indicado repetir los pasos 7.19 a 7.36 pero en el eje Y. Hasta ajustar la tensión pedida en la tabla Monoprint.
- 1.27. Marcar en la parte inferior de la seda, la tensión obtenida, fecha de tensado, hora de tensado, persona tensora, número de seda.

Continuación instructivo: TENSADO MANUAL DE MARCO

- 1.1. Verificar que el marco esté plano elevando las 4 esquinas, golpear ligeramente las esquinas diagonalmente, observar cualquier movimiento. Si está recto el marco continuar con el paso siguiente, sino está recto seguir el procedimiento de enderezado de marcos.
 - 1.2. Desengrasar la seda, dejar secar y esperar 4 horas para que se relaje la seda si es nueva y 2 horas si ya fue usada.
 - 1.3. Llenar el formato FPP-02A.
2. BIBLIOGRAFIA.
- 2.1. Shanley M.P, Coldiron N. G. Guia Completa para el estampado de ropa. 170p.

Fuente: elaboración propia.

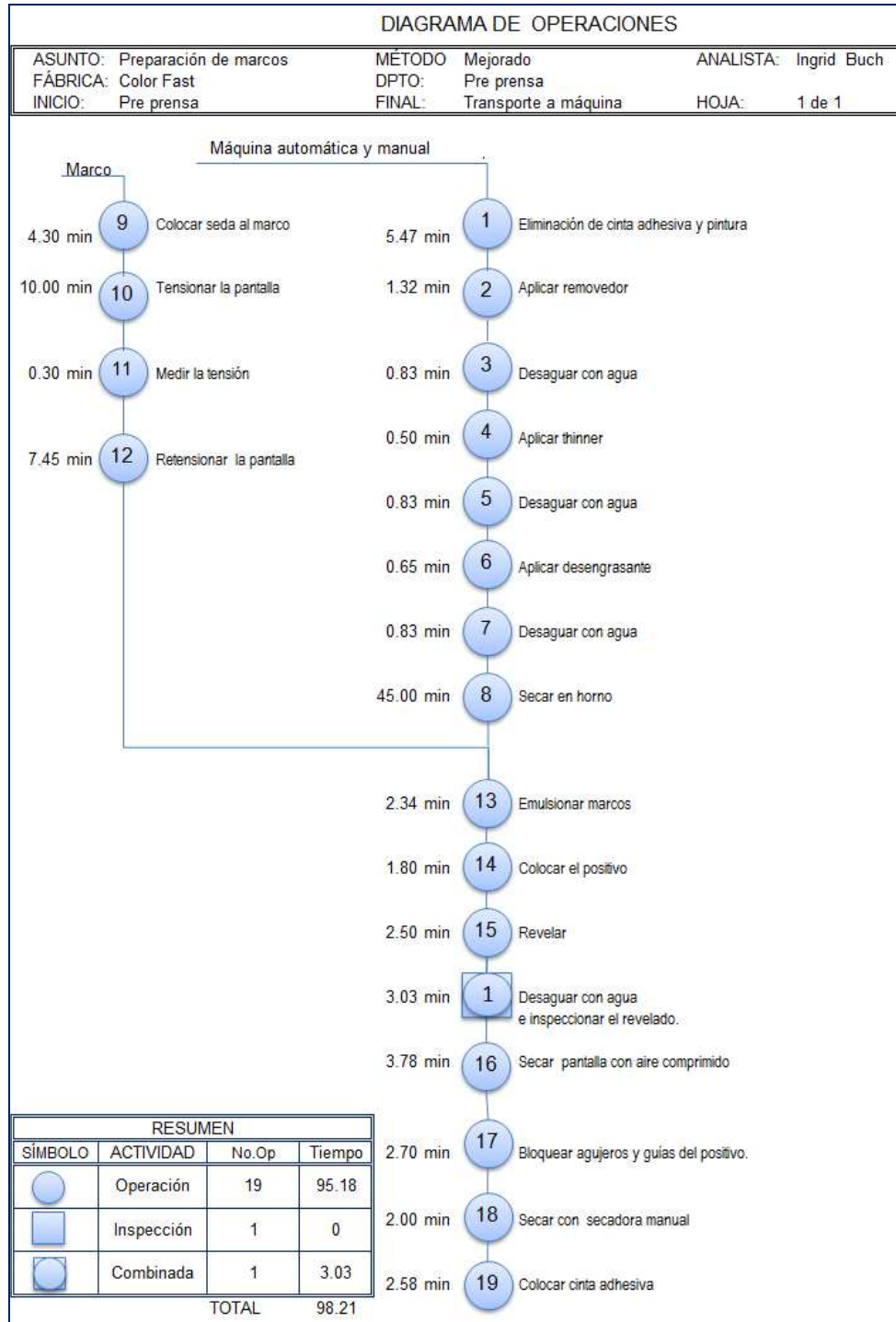
4.2.2. Diagramas de operaciones propuestos

Las principales modificaciones a los diagramas de operaciones se centran en la disminución de los tiempos en aquellas operaciones en que fue posible hacerlo, mientras que las otras que no lo ameritaban, aparecen sin alteración. A continuación se presentan dichos diagramas.

Diagrama de operaciones pre-prensa

Con el cambio de estación de colocar el positivo en el posicionador de positivos por una mesa con luz incorporada, el proceso es más rápido disminuyendo el proceso total, así mismo en la operación de colocar cinta, al usar 2 personas el tiempo disminuye a la mitad. Después de las modificaciones hechas el diagrama quedó como sigue:

Figura 63. Diagrama de operaciones mejorado pre-prensa

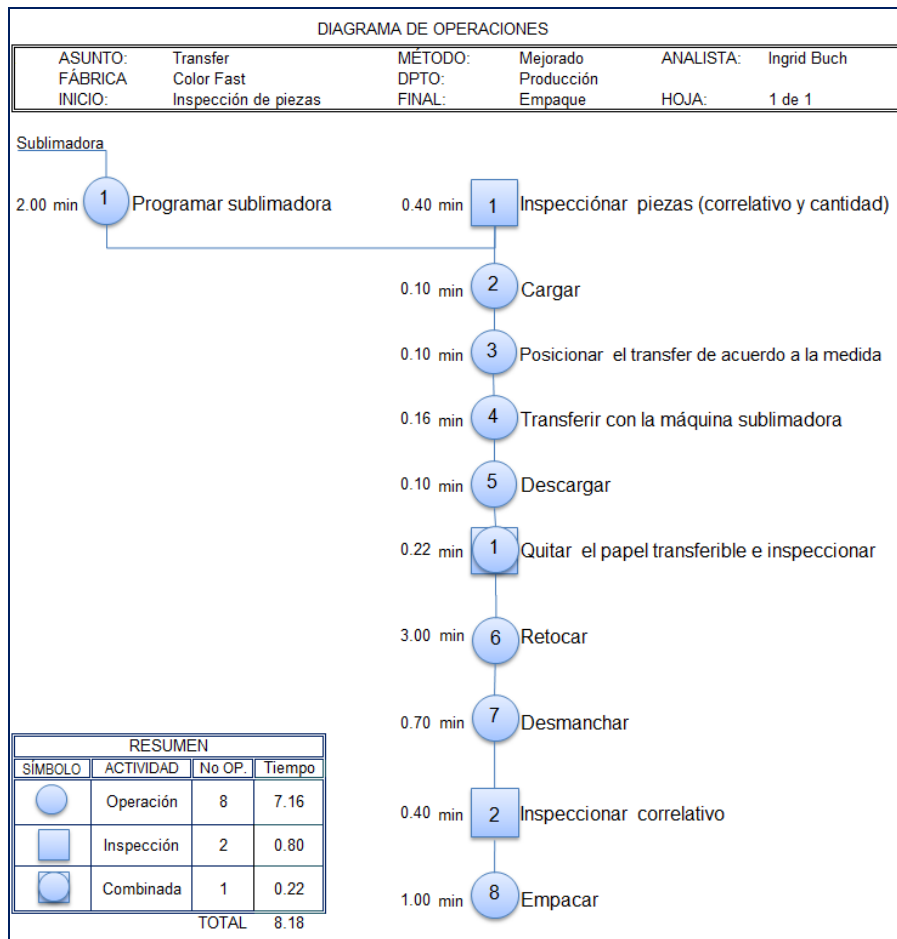


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de operaciones *transfer*

El tiempo de posicionamiento del *transfer* puede disminuirse usando una persona, que previamente lo realice, abasteciendo simultáneamente a 2 máquinas. De esta forma también se estará disminuyendo las segundas y los retoques. Las otras operaciones presentan tiempos que muy difícilmente se pueden mejorar. A continuación se indica el diagrama ya modificado. El tiempo disminuido fue de 2,41 minutos.

Figura 64. Diagrama de operaciones mejorado *transfer*

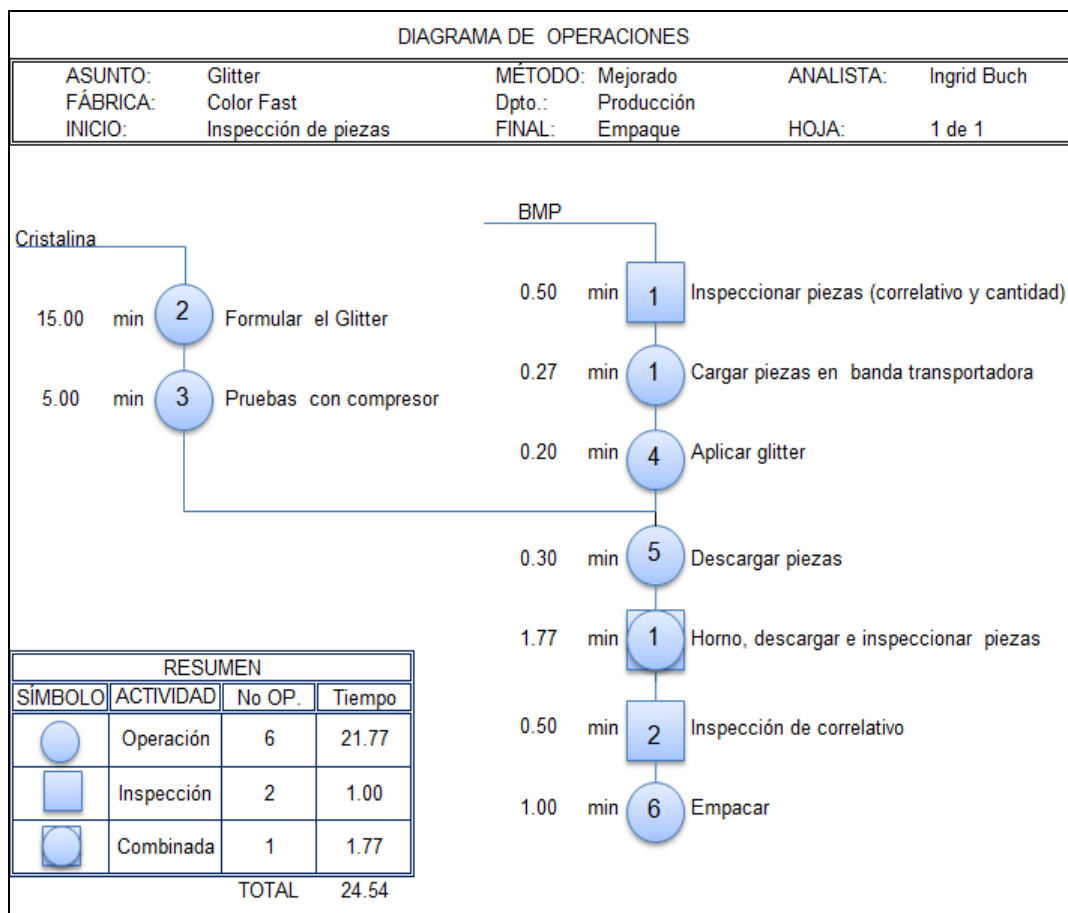


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de operaciones *glitter*

Parte de la operación de formulación del *glitter* incluye la limpieza de la pistola que se usa para aplicar el *glitter*, al dejarla limpia cuando se usa se evitaría el hacerlo cada vez que se va a usar, con ellos se disminuirían 2 minutos del proceso, en la operación 2. Enseguida se muestra el diagrama con las modificaciones realizadas, las demás operaciones no pueden mejorarse aún más pues representan justo el tiempo que se usa para terminar el proceso de *glitter*.

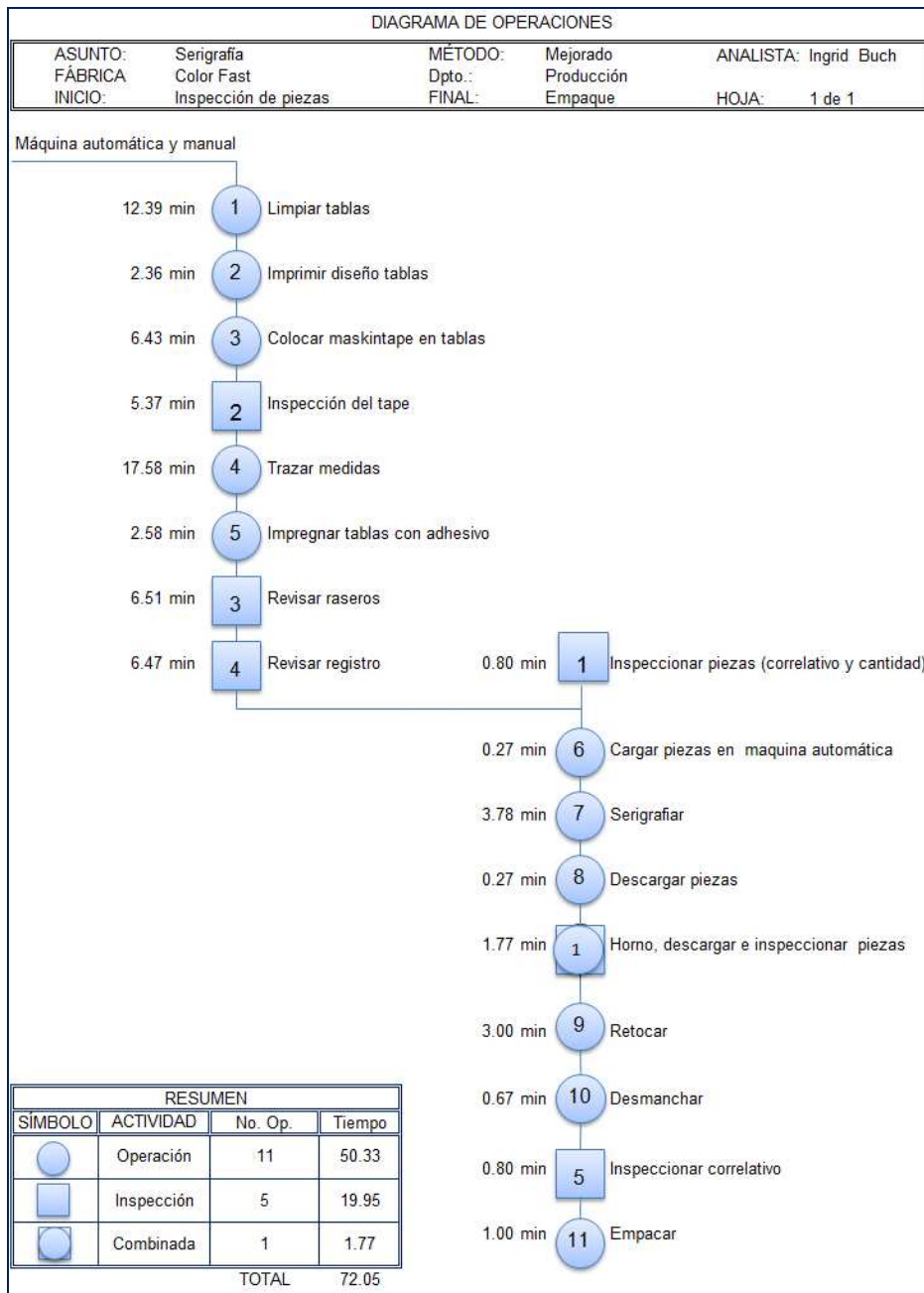
Figura 65. Diagrama de operaciones mejorado *glitter*



Fuente: elaboración propia.

Diagrama de operaciones Serigrafía

Figura 66. Diagrama de operaciones mejorado serigrafía



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de operaciones mejorado contiene el mismo número de operaciones, con la modificación de los tiempos. En la operación 1 que la realizan 2 personas, puede disminuirse a la mitad del tiempo si trabajan 4, en la operación 9, teniendo todos los insumos bastante próximos, puede disminuir a 3 minutos. En total se disminuyen 16,16 minutos. En la siguiente figura se muestra el diagrama respectivo.

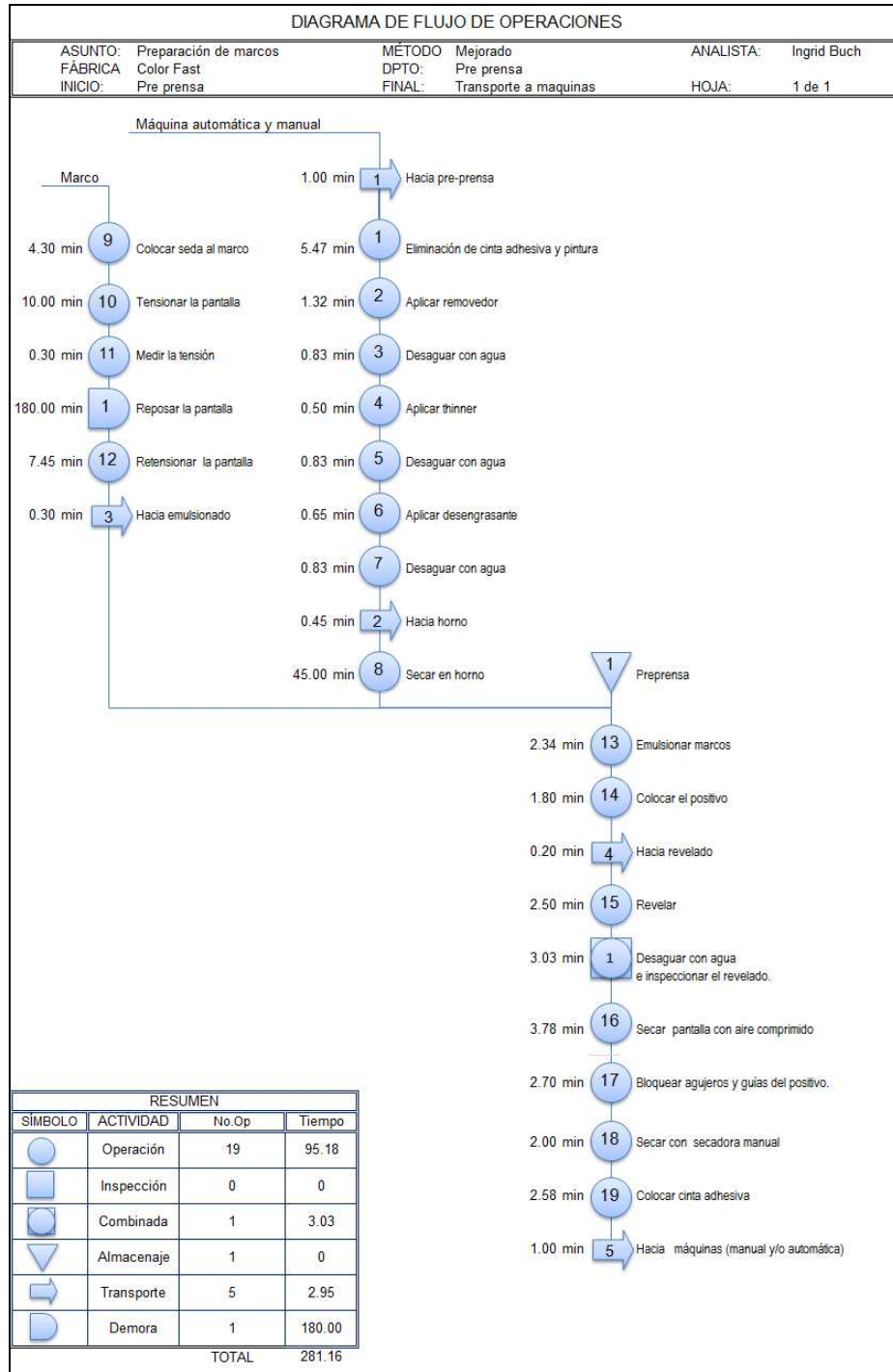
4.2.3. Diagrama de flujo propuestos

Los transportes así como las demoras contenidos en los diagramas de flujo son importantes para que se logre el proceso de producción pero siempre evitando el abusar de ellos y eficientar las actividades para que no se multiplique el tiempo en redundar en las operaciones.

Diagrama de flujo de operaciones Pre-prensa

Las principales modificaciones se hicieron en la demora y los transportes, se vieron buenos resultados dejando e horas de relajamiento de las pantallas, el mismo si se dejaran 4 horas, por lo cual el tiempo del diagrama disminuyó considerablemente, las otras modificaciones se lograron al disminuir el número de transportes y hacerlos más cortos, disminuyendo aun más el tiempo del proceso en 63,5 minutos. El diagrama se indica a continuación

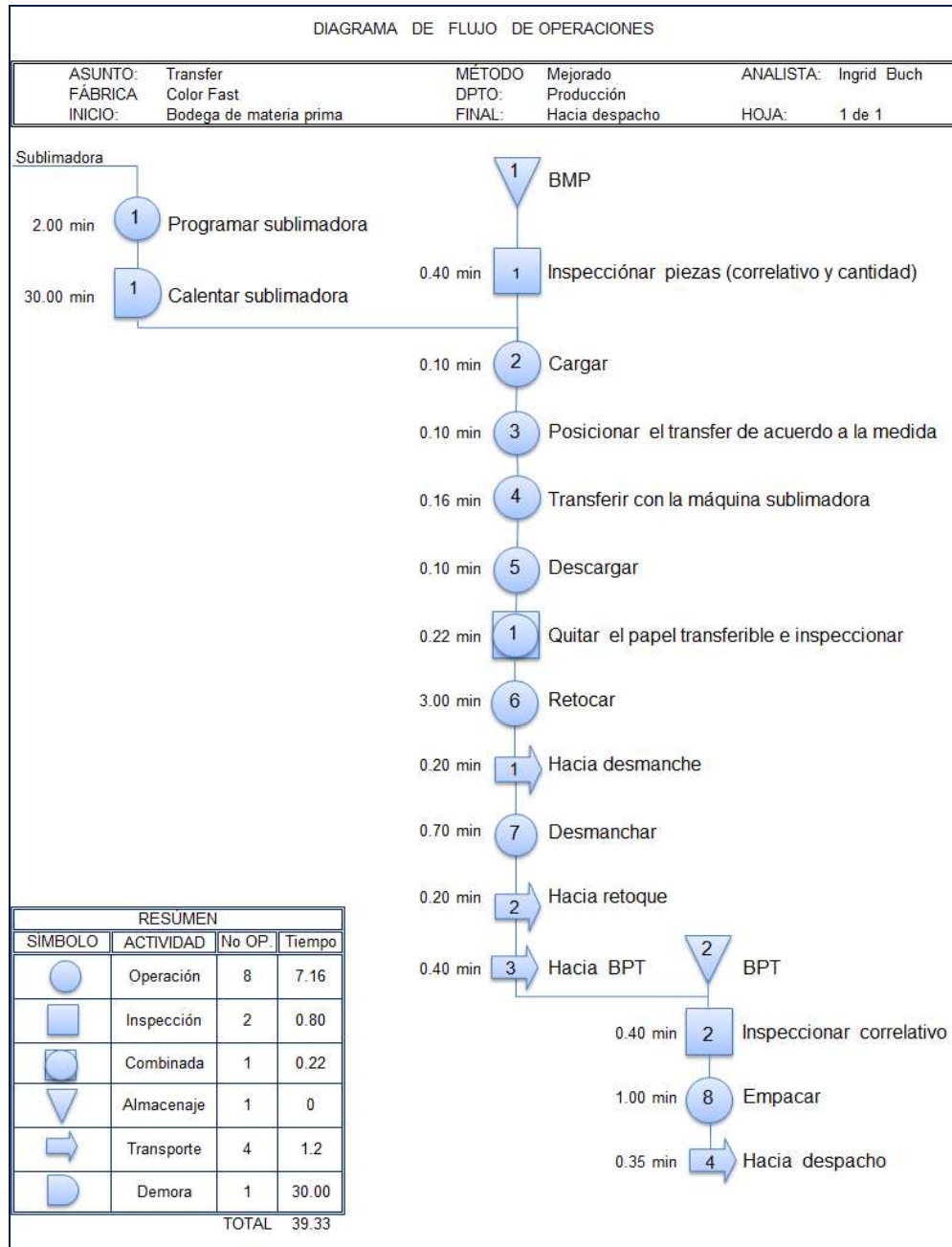
Figura 67. Diagrama de flujo de operaciones mejorado pre-prensa



Fuente: elaboración propia.

Diagrama de flujo de operaciones *transfer*

Figura 68. Diagrama de flujo mejorado *transfer*



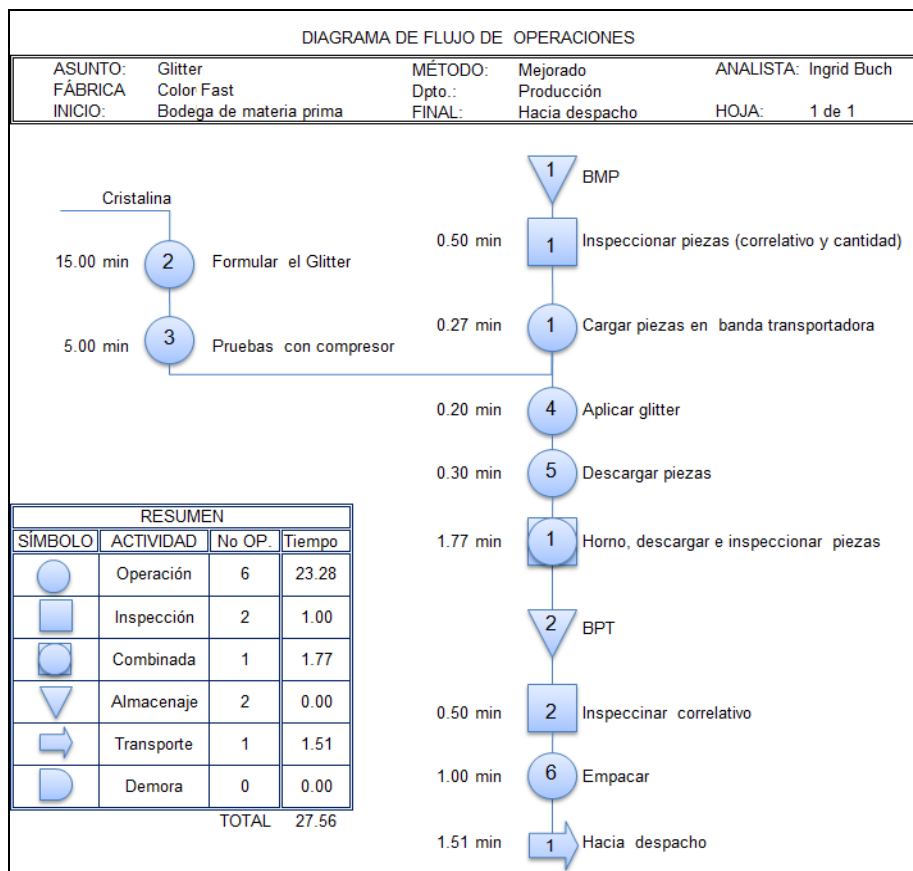
Fuente: elaboración propia.

Con las mejoras en las operaciones de retoque, posicionar el *transfer* y la disminución de los tiempos de transportes, el tiempo decrecimiento en 6,74 minutos.

Diagrama de flujo de operaciones *glitter*

Por la nueva distribución del área, el número de transportes disminuyó de 4 a 1, con lo cual se logró disminuir el tiempo del proceso en 6,6 minutos, el diagrama respectivo se indica en la siguiente figura:

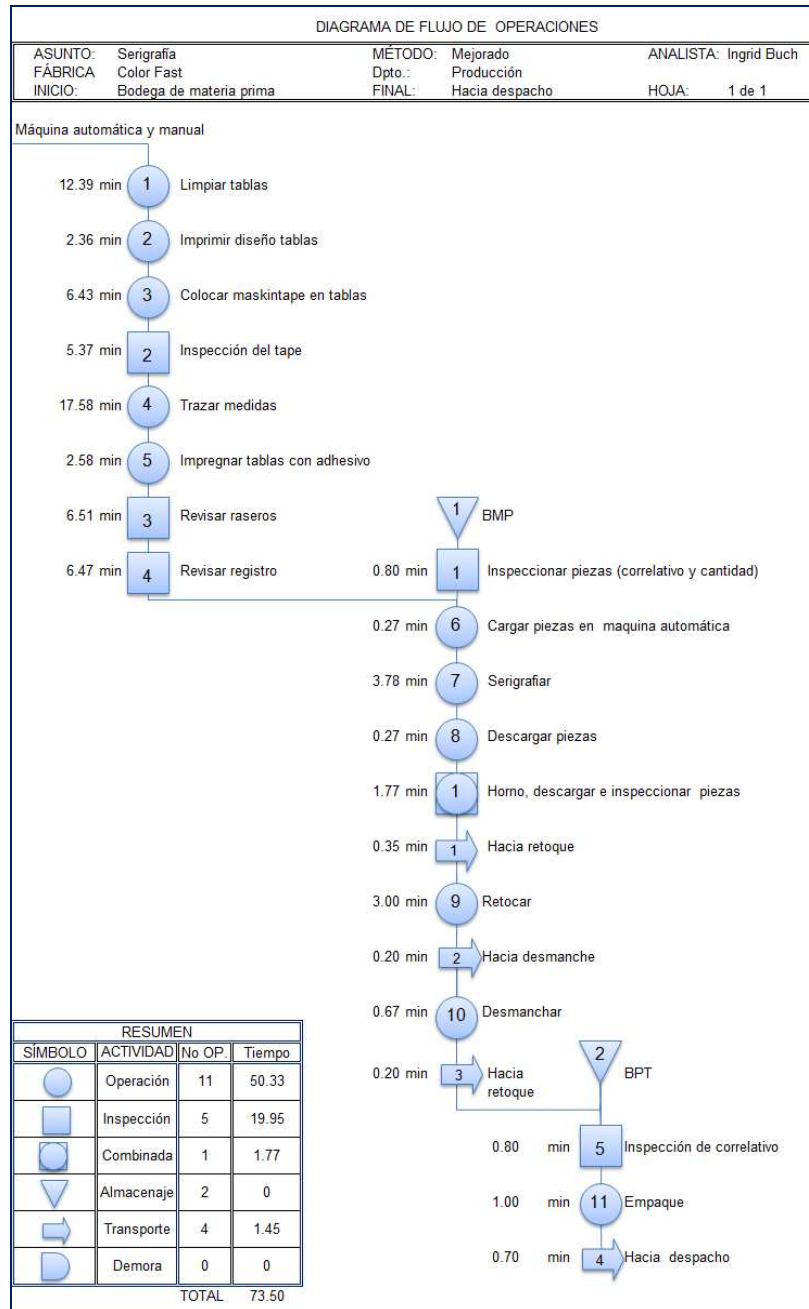
Figura 69. Diagrama de flujo de operaciones mejorado *glitter*



Fuente: elaboración propia.

Diagrama de flujo de operaciones serigrafía

Figura 70. Diagrama de flujo de operaciones mejorado serigrafía



Fuente: elaboración propia.

Además de las modificaciones realizadas en las operaciones, por el uso de 4 personas en lugar de 2 en la operación1 y la disminución de tiempo de retoque, se disminuyó el tiempo que se usa en los transportes que inicialmente eran 6, llegando a 5 y con tiempos de duración más cortos por la cercanía de las operaciones, debido a la nueva ubicación de las áreas, haciendo más rápido el proceso de serigrafiado. En total el tiempo disminuyó en 20,3 minutos.

4.2.4. Diagrama hombre-máquina propuesto

Después de realizar el análisis del diagrama hombre-máquina, se obtuvo un menor costo manejando un operario 2 máquinas, pero hay que tomar en cuenta que las condiciones bastante calurosas dentro de las instalaciones puede afectar conforme pasa el día bastante el rendimiento, por ello el diagrama que se propone es el de un operario manejando una máquina.

4.2.5. Diagramas de recorrido propuestos

Para evitar muchos transportes, la bodega de material a procesar debe quedar lo más cerca de la salida, así puede recibir rápidamente el producto y de la misma forma entregarlo, ubicar lo más cercanas posible las máquinas automáticas y manuales para aprovechar el horno de curado de ambos extremos, para que se multiplique la capacidad del horno ya que en algunas operaciones es la operación más lenta que determina la producción.

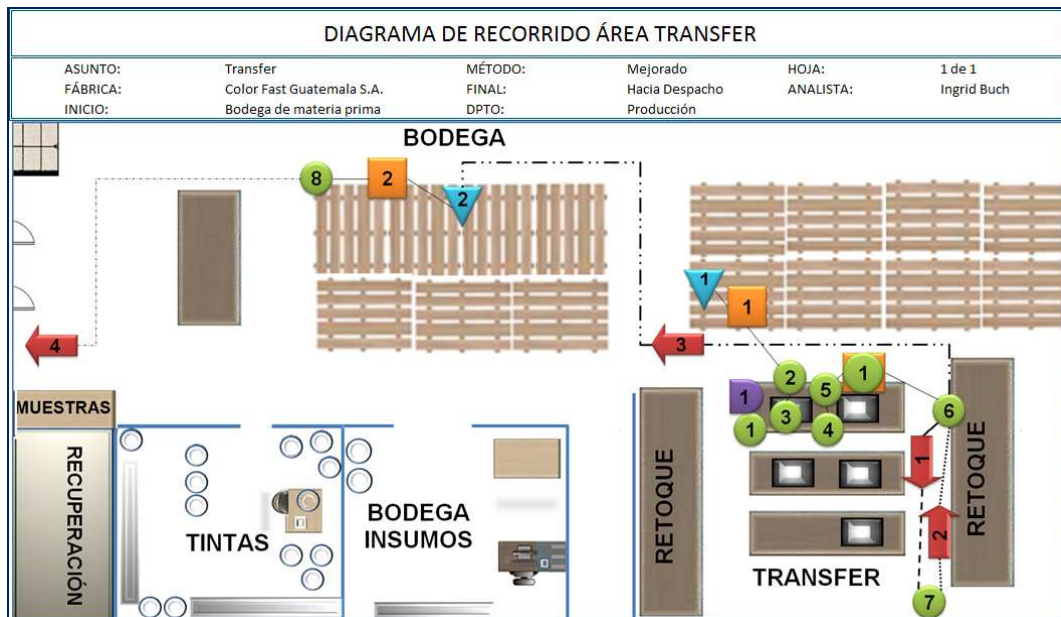
Figura 71. Diagrama de recorrido mejorado pre-prensa



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Eliminación de cinta adhesiva, 2-aplicar removedor, 3-Desaguar con agua, 4- Aplicar *thinner*, 5,7-Desaguar con agua, 6-Aplicar desengrasante, 8-Secado en horno, 9-ensedar marco, 10-Tensar marco, 11-Medir tensión, 12-Retensionar marco, 13-Emulsionar marco, 14-Colocar positivo, 15-Revelar, 16-Secar pantalla con aire comprimido, 17-Bloquear agujeros y guías del positivo, 18-Secar con secadora manual, 19-Colocar cinta adhesiva.

Fuente: elaboración propia.

Figura 72. Diagrama de recorrido mejorado transfer



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Programar sublimadora, 2-Cargar, 3-Posicionar el *transfer*, 4-Transferir, 5-Descargar, 6-Retocar, 7-Desmanchar, 8-Empacar. Inspecciones: 1.- Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar correlativo. D-1 Calentar sublimadora.

Fuente: elaboración propia.

Figura 73. Diagrama de recorrido mejorado *glitter*



Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Cargar piezas, 2-Formular el *Glitter*, 3-Probar compresor, 4-Aplicar *Glitter*, 5-Descargar piezas, 6-Empacar. Inspecciones: 1.- Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar correlativo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 74. Diagrama de recorrido mejorado serigrafía

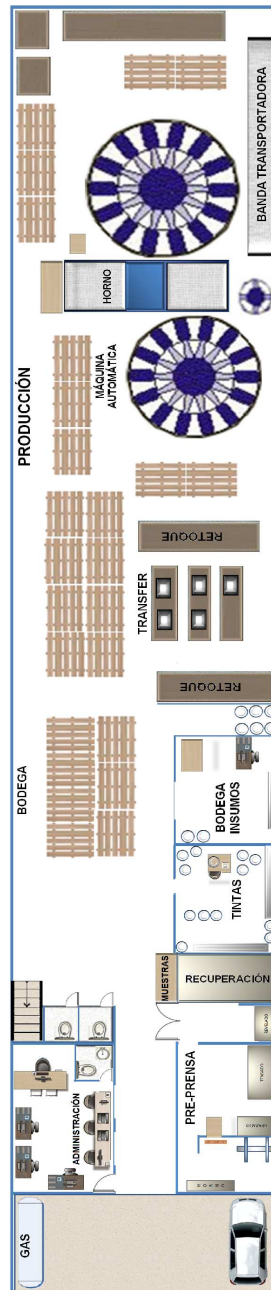


Las operaciones se simbolizan con círculos, los transportes con una flecha, los almacenamientos con un triángulo invertido, las inspecciones con cuadrados y las demoras con una D. Operaciones: 1-Limpiar paletas, 2-Imprimir diseño en paletas, 3-Colocar maskintape en paletas, 4-Trazar medidas, 5-Impregnar paletas con adhesivo, 6- Cargar piezas, 7-Serigrafiar, 8-Descargar piezas, 9-Retocar, 10-Desmanchar, 11-Empacar. Inspecciones: 1.- Inspeccionar piezas, 2-Inspeccionar Tape, 3-Revisar raseros, 4-Revisar registros, 5- Inspeccionar correlativo.

Fuente: elaboración propia.

4.2.6. Distribución de planta propuesta

Figura 75. Distribución de planta mejorada



Fuente: elaboración propia.

Debido al tipo de proceso que se maneja en la planta hay áreas que no pueden ser movidas como el área de pre-prensa y la administrativa ya que contiene las instalaciones idóneas para realizar sus operaciones.

La bodega de materia prima para proceso puede estar flotante cerca de los lugares de producción, ya que las tarimas son fáciles de movilizar, evitándose los transportes innecesarios. Un esquema propuesto se indica en la figura anterior.

4.3. Control de producción

Para implementar el sistema de control de producción, la primer actividad que se debe hacer es la de determinar la demanda de ventas, a través de los pronósticos de producción.

4.3.1. Pronósticos de producción

En la siguiente tabla se presentan las cantidades de producto terminado producido durante marzo y noviembre del año 2004, dichos datos fueron obtenidos de los envíos de bodega, que posteriormente fueron tabulados y procesados en hoja electrónica de *Excel*.

No se pudo tener acceso al resto de los datos, pero se lograron obtener los datos de ventas de casi 1 año de producción, por ello sólo se aplica a los métodos de familias estables y familias ascendentes, la cíclica y la combinada requieren cómo mínimo 3 años de datos.

Tabla XXXVI. **Ventas de producción**

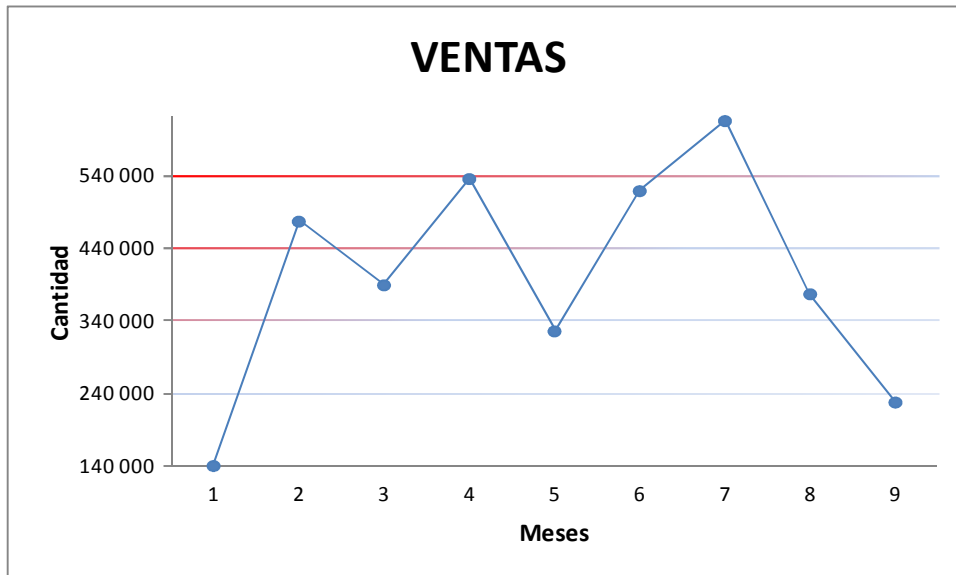
AÑO 2004	
MES	CANTIDAD
marzo	142 160
abril	477 850
mayo	390 377
junio	536 291
julio	327 163
agosto	519 811
septiembre	616 073
octubre	378 079
noviembre	229 341
TOTAL	3 617 145

Fuente: elaboración propia.

 **Análisis primario**

Para realizar este análisis se hizo la gráfica de los datos obtenidos como se muestra a continuación.

Figura 76. Ventas de producción



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se puede notar que entre los meses 2 y 7 va aumentando la producción, y pareciera que corresponde a la familia ascendente, con tendencia a bajar y subir. De los meses 1 a 9 se observa como un comportamiento parabólico. Para dilucidar a qué tipo de familia pertenece se realiza el análisis secundario.

📍 Análisis secundario

Este consiste en aplicar los diferentes métodos de pronóstico para determinar cual presenta el menor error acumulado, a continuación se presenta dicho análisis aplicando los métodos de las familias de curvas estables y las familias de curvas ascendentes.

4.3.1.1. Modelos con curvas estables

Se aplico el análisis a los diferentes métodos de la familia de curvas estables.

Último periodo

El pronóstico del mes 7 es el pronóstico del mes anterior. El error se calcula restando al dato real el pronóstico que se ha determinado anteriormente. En este caso el error acumulado fue de 148 738.

Tabla XXXVII. **Método último periodo**

ÚLTIMO PERIODO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160,00			
2	477 850,00			
3	390 377,00			
4	536 291,00			
5	327 163,00			
6	519 811,00			
7	616 073,00	519 811,00	96 262,00	96 262,00
8	378 079,00	616 073,00	237 994,00	334 256,00
9	229 341,00	378 079,00	148 738,00	482 994,00

Fuente: elaboración propia.

Promedio aritmético

Para obtener el pronóstico del mes 7 se hace el promedio de los meses 1 al 6, para el 7 el promedio de los 7 anteriores y así sucesivamente.

Tabla XXXVIII. **Método promedio aritmético**

PROMEDIO ARITMÉTICO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	RROR ACUMULAD
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	398 942	217 131	217 131
8	378 079	429 961	51 882	269 013
9	229 341	423 476	194 135	463 147

Fuente: elaboración propia.

 Promedio móvil

El promedio móvil depende del ciclo que se quiera pronosticar, trimestre, cuatrimestre, semestres, en este caso un trimestre, el ciclo es de 3 meses, entonces el pronóstico para los últimos meses, se hace haciendo el promedio de 3 mese anteriores del mes que se pronostica y así sucesivamente para los siguientes meses. Es como un escalonamiento de los meses.

Tabla XXXIX. **Método promedio móvil**

PROMEDIO MÓVIL				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	461 088	154984,7	154 984,67
8	378 079	499 835	121755,5	276 740,17
9	229 341	460 282	230940,5	507 680,67

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado

Después de probar varias ponderaciones, las que dieron menos error fueron: 2,5, 0,25, 0,25.

Las fórmulas usadas fueron:

P = pronóstico = promedio de cuatro o tres mese anteriores al mes evaluado pero ponderados por un factor diferente cada uno. La suma de las ponderaciones no debe ser mayor a la del ciclo, 3 ó 4.

Tabla XL. **Promedio móvil ponderado**

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	517 490	98 583	98 583
8	378 079	367 293	10 786	109 369
9	229 341	516 022	286 681	396 050

Fuente: elaboración propia.

Promedio móvil ponderado exponencial

Se probaron de de los casos de éste método, en el primer caso el error acumulado menor se obtuvo con un factor alfa de 0,99, lo que indica que posiblemente las causas asignables a las diferencias de cálculo entre las ventas reales y los pronósticos es debido a problemas en el Modelo.

Tabla XLI. **Promedio Móvil ponderada exponencial**

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO EXPONENCIAL, PRIMER CASO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	518 791	97 282	97 282
8	378 079	615 100	237 021	334 303
9	229 341	380 449	151 108	485 411

Fuente: elaboración propia.

Las fórmulas usadas para calcularlo son las siguientes:

Pronóstico anterior = pronóstico de un mes anterior = promedio de 4 meses o 3 según el ciclo anteriores al mes anterior que se pronostica.

$P \text{ pivote} = \text{pronóstico anterior} + \alpha$

$P1 = \text{pronóstico} = \text{pronóstico pivote} + \alpha (\text{venta anterior} - P \text{ pivote})$

$P2 = P1 + \alpha (\text{venta anterior} - P1)$

De la misma forma se probó el segundo caso usando un factor alfa de 0,7, el cual dio el menor error acumulado aun menor que el anterior pero siempre se puede asignar la incongruencia entre las ventas y el pronóstico a problemas en el modelo.

Las fórmulas usadas se indican a continuación:

$T = \text{tendencia} = \alpha * (V2 - V1) + (1-\alpha) T \text{ anterior}$

$T \text{ anterior} = V1 - V0$

$P = P \text{ anterior} - [(1 - \alpha / \alpha)] * T \text{ anterior}$

P anterior = pronóstico de una mes anterior al que se evalúa =
 promedio de 3 ó 4 meses anteriores al mes anterior que se evalúa

Tabla XLII. **Resultado de promedio móvil ponderado exponencial
segundo caso**

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO EXPONENCIAL SEGUNDO CASO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	328 317	287 756	287 756
8	378 079	381 965	3 886	291 642
9	229 341	322 943	93 602	385 244

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Cuadro resumen de los resultados de familias de demanda
estable**

Método	Error acumulado
ÚLTIMO PERIODO	482 994,00
PROMEDIO ARITMÉTICO	463 147,21
PROMEDIO MÓVIL	507 680,67
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	396 049,67
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO EXPONENCIAL, PRIMER CASO	485 411,05
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO EXPONENCIAL SEGUNDO CASO	385 243,98
Menor error	385 244

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla anterior el método que da menor error en el pronóstico en la familia de demanda estable es promedio móvil ponderado exponencial segundo caso con un factor alfa de 0,7.

4.3.1.2. Modelos con curvas ascendentes-descendentes

Se aplicaron los siguientes modelos:

Tabla XLIV. Modelos curvas ascendentes-descendentes

METODO	ECUACION	LINEALIZACION	x	y	a	b
Lineal	$y = a + b * x$	$y = a + b * x$	x	y	a	b
Geometrico	$y = a * x^b$	$\ln y = \ln a + b * \ln x$	$\ln x$	$\ln y$	$\ln a$	b
Hiperbolico	$y = 1/(a + b * x)$	$1/y = a + b * x$	x	1/y	a	b
Logaritmico	$y = a + b * \ln x$	$y = a + b * \ln x$	$\ln x$	y	a	b
Semi.Log.Exp	$y = a * b^x$	$\ln y = \ln a + x * \ln b$	x	$\ln y$	$\ln a$	$\ln b$
Log inverso	$y = e^{(a - \frac{b}{x})}$	$\ln y = a - (b/x)$	1/x	$\ln y$	a	b

Fuente: elaboración propia.

Después de aplicar las fórmulas de los distintos modelos, se llegaron a los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XLV. Resultados de pronósticos de curvas ascendentes

Para 6 datos								
	Linea recta	Geometrico	Hiperbolico	Logaritmico	Semi-Log.Ex	Log inverso		
a	-40121,8667	3,881234112	1,50688E-06	73419,30625	3,401404155	5,304820089		
b	45203,0857	6,374188648	2,36752E-07	263385,3288	2,202659905	11,88780188		
b real	45203,0857	6,374188648	2,36752E-07	263385,3288	9,049051131	11,88780188		
r	0,56792838	0,740080198	-0,629100529	0,682544085	0,605176053	-0,84440652	Mejor r	b
r absoluto	0,56792838	0,740080198	0,629100529	0,682544085	0,605176053	0,844406523	0,844406523	11,88780188

LINEA RECTA 6 datos					HIPERBOLICO 6 datos				
PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC	PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC
7,0	616073,0	276300	339773	339773	7,0	616073,0	316042	300031	300031
8,0	378079,0	321503	56576	396349	8,0	378079,0	294041	84038	384069
9,0	229341,0	366706	-137365	533,714	9,0	229341,0	274904	-45563	429,631

GEOMETRICO 6 datos					LOGARITMICO 6 datos				
PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC	PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC
7,0	616073,0	11814434	-11198361	11198361	7,0	616073,0	585944	30129	30129
8,0	378079,0	27673527	-27673527	38871887	8,0	378079,0	621114	-243035	273164
9,0	229341,0	58630059	-58630059	97,501,947	9,0	229341,0	652137	-422796	695,960

SEMILOGARITMICO EXPONENCIAL 6 datos					LOGARITMO INVERSO 6 datos				
PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC	PERIODO	VENTAS R	PRONOSTICO	ERROR	ERROR AC
7,0	616073,0	149084452	-148468379	148468379	7,0	616073,0	37	616036	616036
8,0	378079,0	1349072821	-1348694742	1497163121	8,0	378079,0	46	378033	994069
9,0	229341,0	12207828935	-12207599594	13,704,762,714	9,0	229341,0	54	229287	1,223,356

Fuente: elaboración propia.

Al comparar los coeficientes de correlación de los modelos, el modelo con mejor coeficiente es el log inverso, con un $r = 0,84$ seguido del modelo geométrico de 0,74. El modelo con el error acumulado más pequeño el del hiperbólico de 429 631. En la tabla siguiente se resume estos resultados.

Tabla XLVI. **Cuadro resumen de resultados de curvas ascendentes**

Método	Error acumulado	r	b
Lineal	533 714	0,56792838	45203,08571
Geometrico	97 501 947	0,7400802	6,374188648
Hiperbolico	429 631	0,62910053	2,36752E-07
Logaritmico	695 960	0,68254408	263385,3288
Semi.Log.Exp	13 704 762 714,4	0,60517605	9,049051131
Log inverso	1 223 356	0,84440652	11,88780188
Menor error	429 631		

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.3. Modelos de franja simulada

Debido a que los modelos de demanda estable no pueden ser comparadas directamente con los de curvas ascendentes-descendentes hay que realizar una pequeña modificación a los datos. Se va a seguir el método por tendencia porque para ello se necesita tener el factor alfa, y cómo el mejor método de la familia de demanda estable resultó ser el promedio móvil ponderado exponencial segundo caso con un alfa de 0,7 se va a comparar con el mejor método de la familia ascendente.

El resultado obtenido de la granja simulada del método anterior se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XLVII. **Resultados franja simulada**

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO EXPONENCIAL SEGUNDO CASO				
Mes	VENTA REAL	PRONÓSTICO	ERROR	ERROR ACUMULADO
1	142 160			
2	477 850			
3	390 377			
4	536 291			
5	327 163			
6	519 811			
7	616 073	328 317	287 756	287 756
8	378 079	400 433	22 354	310 109
9	229 341	472 548	243 207	553 316

Fuente: elaboración propia.

Donde la tendencia que se sumó al primer pronóstico es de 72115, quedando el segundo pronóstico como

$$P8 = P7 + T = 328\,327 + 72\,115 = 400\,433$$

$$P9 = P7 + 2T = 328\,327 + 2 * 72\,115 = 472\,548$$

Tabla XLVIII. **Cuadro comparativo de familias de pronósticos**

Fam Ascendente	Fam Estable
429 631,44	553 315,98
Menor error	429 631,44

Fuente: elaboración propia.

El método de pronóstico de menor error es el de familia ascendente con un error acumulado de 429 631.

4.3.2. Planificación de la producción

Para realizar la planificación de la producción es necesario conocer la capacidad teórica y real de producción, así como la carga de trabajo.

4.3.2.1. Capacidad de producción

Es la técnica que permite determinar el tamaño de una empresa, es decir al volumen de producción que puede obtenerse en un período determinado, también se le conoce como capacidad instalada.

Capacidad de producción teórica

Es la capacidad de producción ideal o que es especificada por las máquinas con que se trabajan. Es la capacidad máxima de producción de una planta o departamento, pero sin tomar en cuenta la existencia de tiempos muertos, reparaciones, etc.

En el área de producción se cuenta con 2 máquinas semiautomáticas MHM, las cuales tienen una capacidad de producción de 1 000 y 900 piezas por hora, se trabajan 8 horas normales y 3 horas extras haciendo un total de 11 horas, teniendo entonces una capacidad máxima de 11 000 piezas/día en la máquina semiautomática SP3000 12/14, en la máquina semiautomática SP3000 14/16 la capacidad máxima es de 9 900 piezas/día, la suma de ambas máquinas da un total de 20 900 piezas/ día.

Ambas máquinas tienen una área de impresión de 45 X 55 cm, la máquina semi-automática SP3000 12/14 tiene capacidad para hacer impresiones

hasta de 12 colores, la SP3000 14/16 impresiones de hasta 14 colores. En la siguiente figura se muestra la máquina semi-automática SP3000:

Figura 77. **Foto de máquina semiautomática SP3000**



Fuente: <http://www.hirschinternational.com/Support/Manuals>

En el área de pre-prensa, se cuenta con 150 marcos retensionables, en los cuales se puede grabar un arte si es grande el diseño o 2 artes si es pequeño el diseño. En la siguiente figura se muestran los marcos usados:

Figura 78. **Foto de marco retensionable Newman**



Fuente: <http://graficolor.com.mx/content/blogcategory/16/79/>

En base a ello se calcularon en hoja electrónica, los siguientes resultados:

Producción A1=609,7 piezas / hora

Producción A2=635,5 piezas / hora

Promedio= 622,57 piezas / hora

Lectura de máquina=726

Diferencia hora=10,43

Diferencia 8 horas= -827,4 piezas / hora

En la tabla siguiente se muestran los resultados anteriores y se contrasta con la producción que se obtendría si se toma en cuenta sólo la lectura de la máquina automática.

Tabla XLIX. **Cuadro de la capacidad de producción**

	Producción por hora			Producción durante 8 horas			
	P/H	Prom	diferencia	P/ 8H	Prom	diferencia	
A1	609.646	622.57	103.43	A1	4877.17	4980.56	827.44
A2	635.494			A2	5083.96		
LA	726.00			LA	5808		

Fuente: elaboración propia.

La capacidad de producción de la empresa varía entre 610 y 635 piezas / hora, teniendo un promedio de 623 piezas /hora, al tomarse el valor de lectura de piezas que da la máquina, faltarían 104 piezas por producir, en 8 horas de trabajo serían 827 piezas faltarían según la planificación que se hace en base a dicha lectura, es por ello que no hay capacidad de entrega del producto porque se toma un mal parámetro como referencia para realizar la planificación. Éstas 827 piezas faltantes son equivalentes a 8 horas extras de trabajado no consideradas para culminar con los pedidos.

En el área de pre-prensa se implemento el uso de varios formatos para determinar la capacidad de producción y llevar el control de las actividades, para mayor facilidad se numeró en 3 sub-áreas, área 1 correspondiente al cuarto oscuro donde se realizan las actividades de emulsionado, secado en horno, secado manual; área 2 tensado, gravado; área 3 recuperado. Los formatos respectivos se muestran en las siguientes figuras:

Figura 80. **Formato de pre-prensa área 1**

CONTROL DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR DÍA EN EL ÁREA 1 DE PRE-PRENSA																		
Fecha: / / 04	Jornada <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> N		Grupo <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		Responsable: <input type="text"/>													
ACTIVIDAD	Cantidad de marcos																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Marco Secado Horno																		
No. Seda																		
Operario																		
Marco Secado Manual																		
No. Seda																		
Operario																		
Marco Emulsionado																		
No. Seda																		
Tipo de emulsión																		
Operario																		
Seda Rota																		
Actividad																		

Fuente: elaboración propia.

Con este formato se logró llevar el control de la cantidad de marcos emulsionados y los que se rompieron en dicha área.

Figura 81. Formato de pre-prensa área 2

CONTROL DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR DÍA EN EL ÁREA 2 DE PRE-PRENSA																		
Fecha:	/	/	04	Jornada	D	N	Grupo	A	B	Responsable:								
ACTIVIDAD	Cantidad de marcos / lienzos de seda																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Seda cortada																		
Color seda																		
Operario																		
Marco Regresado																		
Operario																		
Marco Ensedado																		
Color seda																		
Operario																		
Marco Tensado																		
No. Seda																		
Tensión final																		
Operario																		
Pantalla Grabada																		
Unidades de luz																		
No. Seda																		
Operario																		
Seda Rota																		
Actividad																		

Fuente: elaboración propia.

Con el formato del área 2 se llevó el control de las pantallas grabadas, ensedadas y las rotas en esta etapa.

Figura 82. Formato de pre-prensa área 3

CONTROL DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR DÍA EN EL ÁREA 3 DE PRE-PRENSA																						
Fecha:	/	/	04	Jornada	D	N	Grupo	A	B	Responsable:												
ACTIVIDAD	Cantidad de marcos																					
	1	Op.	2	Op.	3	Op.	4	Op.	5	Op.	6	Op.	7	Op.	8	Op.	9	Op.	10	Op.	11	Op.
Pantalla rota prod.																						
No. Seda																						
No. Pantalla/No. Seda																						
Limpieza inicial pantalla																						
Removedor																						
Desengrasante																						
Thinner																						
Marco Desengrasado																						
No. Seda																						
Seda Rota																						
Actividad																						

Fuente: elaboración propia.

Con el formato del área 3 se determinó la cantidad de pantallas recuperadas y las rotas en producción de serigrafía.

Además se numeraron los marcos para poder llevar un mejor control de la trazabilidad en la producción de pantallas, así como el operario que realizaba las actividades.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

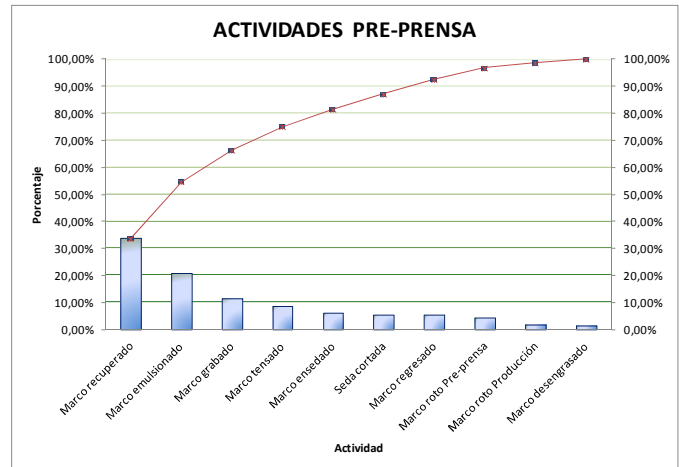
Tabla L. **Cuadro de producción del área de pre-prensa**

MATERIAL	P/día
Marco desengrasado	0,52173913
Marco regresado	2,04347826
Seda cortada	2,13043478
Marco ensedado	2,39130435
Marco tensado	3,30434783
Marco grabado	4,39130435
Marco emulsionado	7,91304348
Marco recuperado	12,6956522

Fuente: elaboración propia.

Con estos datos también se pudo determinar qué actividades representan el 80 % del trabajo que se realiza en dicha área, siendo éstas la recuperación de marco, emulsionado de marcos, marco grabado, marco tensado, tal como se muestra en la figura siguiente:

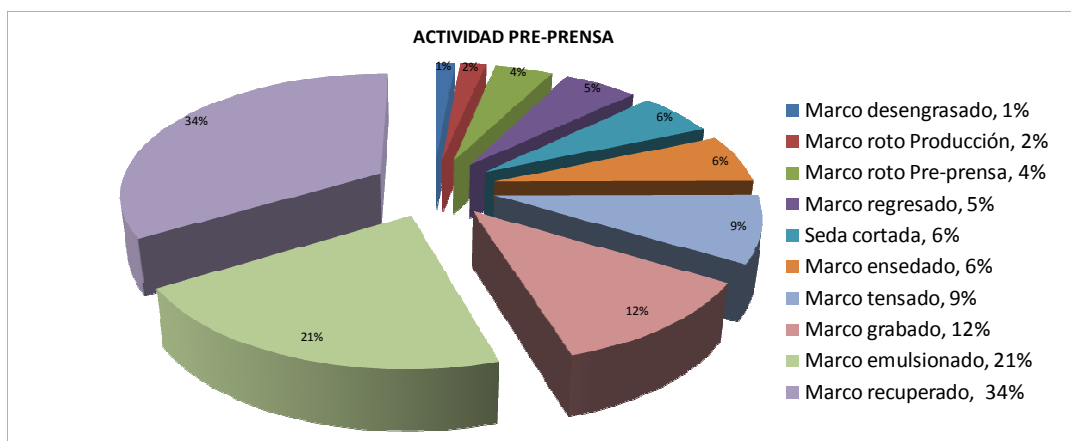
Figura 83. Diagrama de Pareto de actividades en pre-prensa



Fuente: elaboración propia.

La actividad que más se realiza es la recuperación de marcos y la que menos se hace es ensedar marcos. Un 4 % de los marcos se rompen en pre-prensa y un 2 % en producción haciendo un total de 6 %. En la siguiente figura se muestran los porcentajes indicados.

Figura 84. Gráfica de porcentaje de actividades en pre-prensa



Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Cuadro de la capacidad de producción de *transfer***

DATOS (piezas/hora)	
58,17	85,29
49,33	66,71
47,33	110,00
45,17	64,00
50,33	52,67
Mínimo	45,17
Máximo	110,00
MEDIA	62,90
Desv. est.	20,44
Coef. Var.	32,50%

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, la capacidad de producción en el área de *transfer* tiene una variación bastante grande, dependiendo de la persona que realice el trabajo, generalmente los promedios más altos son obtenidos por operarios hombres, sin embargo hay excepciones, pues la producción más alta fue obtenida por una operaria. El mínimo de piezas producidas es de 45,17 piezas/hora y el máximo 110 piezas/hora, en promedio 63 piezas/hora.

Para llevar el control de piezas producidas en *glitter*, se implemento el uso de un formato de reporte diario de producción, anteriormente usaban hojas de papel de cuaderno para indicar lo producido. Dicho formato se presenta en la siguiente figura:

Figura 86. Formato de reporte diario de producción

REPORTE DIARIO DE PRODUCCION									
FECHA <input style="width: 50px;" type="text"/>		JORNADA <input style="width: 50px;" type="text"/>		SUPERVISOR <input style="width: 100px;" type="text"/>					
MAQUINA AUTOMATICA 1		MAQUINA AUTOMATICA 2		MAQUINA MANUAL 1		MAQUINA MANUAL 2		MAQUINA TRANSFER	
Cliente No. arte		Cliente No. arte		Cliente No. arte		Cliente No. arte		Cliente No. arte	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
No. corte Color		No. corte Color		No. corte Color		No. corte Color		No. corte Color	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
Descripción		Descripción		Descripción		Descripción		Descripción	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
Primera Segunda		Primera Segunda		Primera Segunda		Primera Segunda		Primera Segunda	
1		1		1		1		1	
2		2		2		2		2	
3		3		3		3		3	
TOTAL 1		TOTAL 1		TOTAL 1		TOTAL 1		TOTAL 1	
TOTAL 2		TOTAL 2		TOTAL 2		TOTAL 2		TOTAL 2	
TOTAL 3		TOTAL 3		TOTAL 3		TOTAL 3		TOTAL 3	
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
Observaciones:		Observaciones:		Observaciones:		Observaciones:		Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

La capacidad de producción en promedio fue de 468 piezas/hora, mínimo de 461 piezas/hora, máximo de 476 piezas/hora.

Para el área de retoque por estudio de tiempos se determinó que la capacidad de producción es de 20 piezas/hora, en el área de desmanche 60 piezas/hora.

Los porcentajes de desmanche y retoque se obtuvieron implementando el uso del siguiente formato, el cual era llenado por el personal de reproceso (retoque y desmanche):

Figura 87. Formato de control de reproceso

ESTILO		N0502A		ARTE		CHEVY		CLIENTE		TOTAL		924												
CORTE		16588		REFERENCIA		DELANTERA		Color		RED		M	154	L	308	XL	308	2XL	154					
Fecha	Jornada grupo	# paquete	Talla	Cantidad	Maquina	REPROCESO										Manchas de Maquila	SEGUNDAS							Operario retoque
						RETOQUE								Desmanchado	Quebradas B		Doble imagen	Quemadas	Rompiamiento marco	Manchas	Otros	Cantidad		
						Quebradas A	Hilo	Mota	Sin tinta	Sin delineado	Migración color	Otros	Cantidad											
/ /04		1	M	77																				
/ /04		2	M	77																				
/ /04		3	L	77																				
/ /04		4	L	77																				
/ /04		5	L	77																				
/ /04		6	L	77																				
/ /04		7	XL	77																				
/ /04		8	XL	77																				
/ /04		9	XL	77																				
/ /04		10	XL	77																				
/ /04		11	2XL	77																				
/ /04		12	2XL	77																				

Fuente: elaboración propia.

A partir de las hojas técnicas de los clientes se generaban hojas con el formato anterior, donde se indicaban los siguientes datos: cantidad de piezas, el estilo, el corte, la ubicación del diseño, cantidades totales por talla, color, nombre del arte, que eran impresas y proporcionadas al personal de retoque, quienes llenaban dicho formato e indicaban las reparaciones hechas.

Se usó una hoja electrónica en excel, donde se pasaban los datos obtenidos, para llevar el registro de los porcentajes de retoque y desmanche, algunos de los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla LII. **Cuadro de porcentajes de retoque en máquina automática**

AUTOMÁTICA			
Retoque			
4,38%	4,82%	13,71%	6,82%
2,29%	12,88%	4,89%	4,59%
2,04%	6,32%	13,58%	5,56%
3,59%	9,49%	8,43%	5,85%
1,12%	8,61%	8,94%	8,42%
0,08%	4,66%	5,45%	8,20%
2,27%	3,31%	4,81%	9,02%
3,57%	2,20%	5,64%	4,36%
7,46%	4,84%	4,08%	11,27%
1,39%	6,93%	4,68%	7,47%
7,97%			
MEDIA	6,00%		
Mínimo	0,08%		
Máximo	13,71%		

Fuente: elaboración propia.

En el caso de retoque en la máquina de serigrafía automática se obtuvo un máximo de 13,71 de piezas que fueron retocadas, a una capacidad de producción media de 623 piezas/hora indicado anteriormente, se tendrían que retocar como máximo el 13,71 % esto significa que hay que retocar 85,41 piezas durante una hora, entonces para satisfacer esta demanda se deben usar 4 personas a una capacidad de 20 piezas/hora por persona.

Al comparar los resultados con la máquina manual que se dan en las tablas LII y LIII, es de hacer notar que es el porcentaje presentado por las máquinas automáticas es mayor que el presentado por la máquina manual, lo cual es congruente con el hecho de que al existir un error en la máquina automática, por la velocidad de operación, pueden llegar a salir de 14-16

piezas defectuosas (una vuelta de la máquina) antes de que se pueda observar el defecto.

Tabla LIII. **Cuadro de porcentajes de desmanche en máquinas manuales**

AUTOMÁTICA			
Desmanche			
0,96%	0,30%	0,28%	1,00%
1,23%	4,15%	0,60%	1,01%
0,75%	2,70%	0,60%	0,28%
0,11%	2,92%	0,58%	1,13%
0,06%	0,22%	3,24%	0,74%
1,50%	0,50%	0,81%	0,55%
1,51%	0,23%	0,28%	1,37%
0,53%	2,75%	3,40%	0,29%
0,12%	0,06%	0,12%	0,25%
1,68%	0,19%	0,02%	0,62%
1,38%			
MEDIA	1,00%		
Mínimo	0,02%		
Máximo	4,15%		

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de desmanche es mucho menor que el que retoque, teniéndose que desmanchar como máximo 25,85 piezas por hora, lo cual puede ser realizado por una persona.

Tabla LIV. **Cuadro de porcentajes de retoque en máquina manual**

MANUAL			
Retoque			
0,71%	4,54%	1,94%	0,35%
0,44%	5,13%	4,43%	3,63%
0,82%	6,50%	3,63%	0,82%
0,70%	3,81%	5,46%	1,86%
0,16%	2,46%	5,44%	0,16%
1,71%	5,31%	2,46%	1,79%
3,52%	3,39%	12,24%	
MEDIA	3,09%		
Mínimo	0,16%		
Máximo	12,24%		

Fuente: elaboración propia.

El máximo de piezas que deben retocarse por hora es de 36,72 (aproximadamente 37), correspondientes al 12,24 % de la capacidad de producción manual de 300 piezas/hora. Para cubrir esta cantidad de piezas, es necesaria 1 persona.

Tabla LV. **Cuadro de porcentajes de desmanche en máquina manual**

MANUAL			
Desmanche			
0,13%	0,32%	0,32%	0,20%
0,04%	0,05%	2,48%	0,24%
0,20%	0,08%	0,26%	0,13%
0,13%	0,23%	0,12%	0,12%
0,13%	0,12%	0,18%	1,00%
0,06%	0,36%	0,22%	1,50%
0,29%	0,58%	0,32%	
MEDIA	0,36%		
Mínimo	0,04%		
Máximo	2,48%		

Fuente: elaboración propia.

De igual forma que en la máquina automática, el desmanche es menor en la producción manual siendo el máximo de 2,48 %, el cual implicaría que deben desmancharse 7,44 piezas (8piezas/hora).

4.3.2.2. Planificación

Consiste en definir el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad de producción. Esto se hacía en forma electrónica como se muestra en apéndices.

4.3.2.2.1. Procedimiento de planificación

- ④ Análisis del pedido para determinar, el tipo de serigrafiado que va a llevar, las máquinas involucradas y las operaciones.
- ④ Evaluar la carga de trabajo, según tiempos tomados
- ④ Definir el método de trabajo a seguir
- ④ Incorporar el pedido a la planificación anterior
- ④ Determinación de plazos

En las ordenes de producción se indicaban las especificaciones de trabajo de la máquina, el formato usado se indica en el Apéndice A

4.3.2.2.2. Programa básico

La función del programa básico es de incorporar los pedidos de acuerdo a los plazos establecidos. Esto se llevó en una hoja electrónica.

4.3.3. Programación de la producción

La programación tiene como propósito determinar las fechas de inicio y terminación de los pedidos, de forma que concuerde con la fecha de cumplimiento del plazo.

4.3.3.1. Capacidad instalada

La capacidad instalada se determinó en el inciso de capacidad de producción.

4.3.3.2. Programación por pedidos

Una vez obtenidos los tiempos de producción, las cantidades a imprimir las fechas de entrega y el balance de operarios se hace el programa acoplado al tiempo.

4.3.3.2.1. Eficiencias

Las eficiencias son las determinadas en el inciso de capacidad de producción.

4.3.3.2.2. Diagrama de Gantt

Los diagramas de Gantt fueron llevados en forma electrónica. En la figura de apéndices se muestra un ejemplo.

4.4. Control de inventarios

El correcto manejo del inventario garantiza que la producción no quede varada por falta de algún insumo indispensable. Es por ello de vital importancia para el sistema de control de producción.

4.4.1. Descripción de productos

Los productos que se manejan en la empresa se indican en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla LVI. **Materiales usados en empresa de serigrafía**

TINTAS					
TINTAS		COLORES HIG DENSITY		COLORES BOOSTER	
COLOR	CODIGO	COLOR	CODIGO	COLOR	CODIGO
mixin white	M2 1440	GREEN	HD 3443	SCARLET	CB 6446
Black	M2 8394	BLUE 2	HD 2242	VIOLET	CB 1440
Yellow	M2 4449	RED PSL	HD 6447	MARINE	CB 2443
blue 2	M2 2442	MARINE PSL	HD 2443	BLUE 2	CB 2442
scarlet	M2 6446	VIOLET	HD 1440	BLUE 1	CB 2441
red	M2 6443	CLEAR	HD 0138	ORANGE FL	CB 5018
Yellow	M2 9256	YELLOW	HD 4449	LEMON LEM	CB 4041
green	M23443	BLUE 1	HD 2441	BLACK	CB 8394
marine	M2 2443	HISH BLACK	HD 8394	YELLOW FL	CB 4037
BLUE 1	M2 2441	WHITE	HD 9256	GREEN FL	CB 3033
		SCARLET	HD 6446	PINK FL	CB 6055
				VIOLET FLU	CB 1037
				RED FLU	CB 6056
				WHITE	CB 0000
MATERIALES					
Cartulina	Polvo removedor manchas	Solvente mineral	Palet Tape Rtape	Adhesivo de mesa	Adhesivo de aerosol
Desmanchador ASP-7	Lentes	Sugar 0.15	Maicena	Palet Tape Hy Stik Jumbo	HOJAS CDF/QT 400
Guantes	Screen Opener	Tape Hy Stik	Emulsión DLX	Thickener aerosil 2000	HOJAS CDF/QT 250
Hule Naranja 60X90	Expert Clear Screen	Masking Tape Hy Stik	Emulsión Ulano TZ	Blue Tape	
SEDAS					
SEDA 41	SEDA 255	SEDA 173	SEDA 28	SEDA155	SEDA 355
SEDA 305	SEDA 81	SEDA 15	SEDA 109	SEDA 200	

Fuente: elaboración propia.

Con ella se realizaron los siguientes cálculos:

Pedido óptimo

Cantidad de pedido adecuado que debe hacerse para no desabastecer la producción.

Pedido óptimo = 2 veces el stock mínimo + nivel de reorden + k

Pedido óptimo cartulina = $(2 * 5) + 11 + 11 = 35$ pliegos. El pedido debe hacerse de 35 pliegos.

Stock mínimo

Cantidad de material mínimo a mantener por el tiempo de retraso en las entregas de los proveedores.

Stock mínimo = (planificado / ciclo) * política

Política = pedido más tardado - media de entrega

Stock mínimo cartulina = $(922 / 365) * 2,3 = 5$ cartulinas

Nivel de reorden

Es la cantidad que señala cuándo hacer pedido para mantener el nivel más bajo de existencia.

Nivel de reorden = (planificado / ciclo) * política

Política = media de entrega

Nivel de reorden cartulina = $(922/365) * 2,7 = 6$ cartulinas

En la tabla que se presenta a continuación se presentan los resultados de los materiales.

Tabla LVII. Cuadro de stock mínimo de materiales

PRODUCTO	UNIDAD	PERIODO	PLANIFICADO	POLITICA REORDEN	POLI. STOCK MIN.	Nivel Reorden	STOCK MIN.	Nivel Reorden Real	K	Qop
Cartulina	PLIEGO	365	922	2.7	2.3	6	5	11	11	35
Desmanchador ASP-7	GRAMOS	365	1,383,981	2.7	2.3	10,111	8,847	18,958	18,958	60,034
Guantes	PAR	365	365	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Hule Naranja 60X90	UNIDAD	365	365	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Lentes	UNIDAD	365	365	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Polvo removedor mancha	ML	365	215,350	2.7	2.3	1,573	1,376	2,949	2,949	9,338
Screen Opener	GRAMOS	365	34,377	2.7	2.3	251	219	470	470	1,488
Expert Clear Screen	GRAMOS	365	69,715	2.7	2.3	509	445	954	954	3,021
Sugar 0.15	GRAMOS	365	329,247	2.7	2.3	2,405	2,104	4,509	4,509	14,278
Solvente mineral	GRAMOS	365	3,929,362	2.7	2.3	28,707	25,119	53,826	53,826	170,450
Tape Hy Stik	ROLLOS	365	2,148	2.7	2.3	15	13	28	28	89
Masking Tape Hy Stik	ROLLOS	365	609	2.7	2.3	4	3	7	7	22
Palet Tape Hy Stik Jumbo	ROLLOS	365	183	2.7	2.3	1	1	2	2	7
Palet Tape Rtape	ROLLOS	365	244	2.7	2.3	1	1	2	2	7
Maicena	GRAMOS	365	10,139	2.7	2.3	74	64	138	138	436
Emulsión DLX	GRAMOS	365	491,956	2.7	2.3	3,594	3,144	6,738	6,738	21,336
Emulsión Ulano TZ	GRAMOS	365	380,148	2.7	2.3	2,777	2,430	5,207	5,207	16,489
Seda 173	M	365	167	2.7	2.3	1	1	2	2	7
Seda 200	M	365	167	2.7	2.3	1	1	2	2	7
Seda 155	M	365	333	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Seda 355	M	365	333	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Seda 82	M	365	167	2.7	2.3	1	1	2	2	7
Seda 109	M	365	380.0	2.7	2.3	2	2	4	4	13
Adhesivo de mesa	GRAMOS	365	776,949.0	2.7	2.3	5,676	4,966	10,642	10,642	33,699
Adhesivo de aerosol	GRAMOS	365	34,091.0	2.7	2.3	249	217	466	466	1,475
Thickener aerosil 2000	GRAMOS	365	192,000.0	2.7	2.3	1,402	1,227	2,629	2,629	8,326
Blue Tape	ROLLOS	365	219.0	2.7	2.3	1	1	2	2	7

Fuente: elaboración propia.

4.5. Costos

Los costos de implementación deben distribuirse dentro de las siguientes actividades

- ④ Útiles de oficina
- ④ Formatos
- ④ Coordinador de calidad
- ④ Etiquetas para bodega
- ④ Computadoras
- ④ Productos para tintas
- ④ Mobiliario departamento pre-prensa y producción

5. CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO

5.1. Propuestas de mejora a las condiciones ambientales de trabajo en las áreas de pre-producción y producción

- ④ Instalar en puntos claves abastecimiento de agua potable, para que los operarios no pierdan mucho tiempo en rehidratarse.
- ④ En el área de producción instalar un ventilador que pueda suplir la ventilación natural cuando el portón de la empresa, no pueda abrirse totalmente, en el caso de la época lluviosa, cuando las ráfagas del viento y brisa pueden contaminar el producto terminado.
- ④ Implementar un programa de incentivos salariales, para que el personal se sienta animado a trabajar con más ahínco.
- ④ Para evitar el mal funcionamiento de las lámparas y luminarias, limpiarlas periódicamente. Mejor si se implementa un programa de mantenimiento de luminarias.
- ④ Mantener el orden y la limpieza dentro de las instalaciones para conservar un ambiente agradable de trabajo.



6. CONDICIONES INSEGURAS DE TRABAJO

6.1. Propuestas de mejora a las condiciones inseguras de trabajo en las áreas de pre-producción y producción

- ④ Programar 1 vez al mes un taller de seguridad industrial para que el personal tenga idea de los riesgos que pueden correr al no respetar las normas de seguridad.
- ④ Complementar la señalización de las áreas que aún faltan por señalar.
- ④ Las áreas ya señalizadas que no sean visibles por desgaste de pintura o deterioro, deben ser reacondicionadas para que todos los operarios puedan verlas claramente y no haya justificación para no respetarlas.
- ④ Diseñar y mantener al alcance de la vista de todos los empleados una lista con las normas internas que se deben respetar, a continuación se da un ejemplo de estas normas, dicho trabajo fue realizado por la Universidad Complutense de España.

Decálogo de la seguridad industrial

- a. El orden y la vigilancia dan seguridad al trabajo. Colabora en conseguirlo.
- b. Corrige o da aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.

- c. No uses máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
 - d. Usa las herramientas apropiadas y cuida de su conservación.
 - e. Al terminar el trabajo déjalas en el sitio adecuado.
 - f. Utiliza, en cada paso, las prendas de protección establecidas. Mantenlas en buen estado.
 - g. No quites sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Piensa siempre en los demás.
 - h. Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín.
 - i. No gastes bromas en el trabajo. Si quieres que te respeten respeta a los demás.
 - j. No improvises, sigue las instrucciones y cumple las normas. Si no las conoces, pregunta.
 - k. Presta atención al trabajo que estás realizando. Atención a los minutos finales. La prisa es el mejor aliado del accidente.
-  Implementar un Manual de seguridad industrial.
 -  Llevar un control del desgaste y mantenimiento de las máquinas e instalaciones.

- Ⓢ Realizar un instructivo según cada área de trabajo, sobre el manejo correcto de herramientas, máquinas, equipo y darlo a conocer en las fechas que se crea conveniente tomando en cuenta el volumen de trabajo.

6.2. Propuestas de mejora a los actos inseguros en las áreas de pre-producción y producción

- Ⓢ Una de las formas por las cuales ocurren los actos inseguros es que se desconoce la tarea que se hace , es por ello que se debe dar un curso de inmersión al personal de reciente contratación para que se familiarice con la actividad que hace y adquiera destreza y se eviten finalmente los accidentes.
- Ⓢ Cerciorarse que el personal contratado no tenga algún tipo de incapacidad visual, o auditiva, que le dificulte que realice sus tareas, y ponga en riesgo la seguridad de terceros.
- Ⓢ Incentivar el uso de protección industrial para evitar accidentes.

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de control de producción que abarcó los procesos pronosticar, planificar, programar e inventario de insumos, fueron manejados de forma coordinada e interrelacionada de manera que las áreas de pre-prensa, producción y bodega funcionaron como un solo ente y se disminuyeron los principales problemas padecidos por la empresa tales como: de incumplimiento de plazos, pérdida de piezas, cambio de diseño. Así mismo, al analizar las condiciones ambientales de trabajo y las condiciones inseguras y actos inseguros, se dieron las propuestas de mejora para coadyuvar con el mantenimiento del bienestar de los operarios y por ende del buen desempeño dentro de su trabajo, disminuyendo errores de tipo humano durante la prestación de su servicio.
2. Después de aplicar los diferentes modelos de pronósticos a los datos de ventas obtenidos, se encontró que tienen un comportamiento hiperbólico, perteneciente a la familia de curvas ascendentes, el error acumulado fue menor que el pronóstico obtenido para el método de promedios móviles ponderados exponenciales segundo caso.
3. Se hizo un programa de pronósticos en hoja electrónica, para el uso del personal de la empresa, sin embargo, por no tener experiencia y no dominar el tema les fue difícil manejarlo, por lo que la programación se siguió en forma gráfica usando Gantt.

4. En vista de no contar con la cantidad de datos necesarios para realizar un pronósticos de producción real, y tomando en cuenta que es un tipo de producción intermitente, para planificar y programar se hizo uso de las técnicas de ingeniería de métodos como muestreo, diagramas hombre-máquina, balance de línea, para determinar la capacidad de producción y usarla como base para dicho propósito.
5. Después de recolectar la información del manejo de materiales usando un formato de salida de materiales se logró determinar el *stock* mínimo de los materiales que se manejan en la producción, con lo cual se asegurará que no existan más demoras en la producción por no tener un abastecimiento de los materiales.
6. Las principales propuestas están encaminadas a mejorar el confort del trabajador, para que se sienta cómodo en su actividad laboral y no decremente su desempeño en el transcurso de su tarea.
7. Entre las mejoras propuestas de las condiciones inseguras se propone recibir talleres para que primero se familiaricen con todos estos términos de seguridad e higiene industrial y completar la señalización que haga falta.
8. Se capacitó al personal según cada área, en el uso de los nuevos formatos, lográndose llevar un mejor control de las actividades productivas de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el ámbito del sistema de control de producción para que otras áreas aun no desarrolladas como diseño de artes, se involucren y ayuden a mejorar la capacidad de la empresa para que pueda ser competitiva local e internacionalmente.
2. Aplicar otras técnicas para mejorar los hallazgos encontrados en el análisis de las ventas de producción
3. Proponer capacitaciones al personal de producción par que se familiaricen con las técnicas de pronósticos y puedan darle un mejor uso al programa de pronósticos hecho.
4. Debido a que los datos de ventas son confidenciales, y no se tuvo acceso a todos, tomar muestras de producción a diario para tener una idea más real de la capacidad de producción y con base en ello realizar la programación de la producción.
5. Realizar revisiones a los *stocks* mínimos calculados para que estén actualizados y no se desfasen de la realidad, e incorporar a la lista los nuevos materiales.

6. Realizar un manual de seguridad e higiene industrial, para que los trabajadores se familiaricen con las condiciones ambientales de trabajo que deben mantenerse en las empresas. Actualizar continuamente los estudios realizados en la determinación de niveles de ruido, calor, humedad, iluminación, etc. para mantener un nivel de confort adecuado.
7. Complementar los talleres de seguridad con cursos sobre primeros auxilios, normas laborales, y otros.
8. Mantener al personal capacitado para el uso de nuevos formatos.

BIBLIOGRAFÍA

1. FIGUEROA SOLARES, Francisco Javier. *Diseño del modelo óptimo de inventarios para una empresa farmacéutica*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999. 90 p.
2. KING, Scott. *Control de producción*. México: Limusa, 1984. 146 p.
3. PLOSSL, George. *Control de la producción y de inventarios*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1987. 489 p.
4. SALGUERO CARIAS, Héctor Manolo. *Diseño de un sistema de control de producción para una empresa de impresos en serigrafía y tampografía*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999. 239 p.
5. SANTIZO ALONZO, Baudilio. *Diseño de un sistema de inventarios y manejo de materiales para una planta de envasado de productos hidroalcohólicos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 108 p.

APÉNDICES

Figura A- 1.	Formato de control de producción llevado electrónicamente	234
Figura A- 2.	Planificación electrónica de pedidos	235
Figura A- 3.	Formato de orden de Producción	236
Figura A- 4.	Diagrama de Gantt Programación diaria	237

Figura A- 1. Formato de control de producción llevado electrónicamente

CONTROL DE PRODUCCION																	
ESTILO		YT3265		CORTE		S17580		No. ARTE		acdf		CLIENTE				Jerry Leigh	
COLOR TELA				Green				REFERENCIA		Delantera							
FECHA	No PAQUETE	TALLA	CANTIDAD DE PIEZAS ANTES	CORRELATIVO		MAQUINA / #	ENTREGADO A MAQUINA POR	Paso a Maquina		PRIMERAS	SEGUNDAS	TOTAL	EMPACADO	CARGADO EN CAMION	JORNADA	Bodeguero	
				DE	A			E	R								
/ / 04	1	S	117	1	117												
/ / 04	2	S	117	118	234												
/ / 04	3	S	117	235	351												
/ / 04	4	S	117	352	468												
/ / 04	5	S	117	469	585												
/ / 04	6	S	117	586	702												
/ / 04	7	S	117	703	819												
/ / 04	8	S	117	820	936												
/ / 04	9	S	117	937	1053												
/ / 04	10	S	117	1054	1170												
/ / 04	11	S	117	1171	1287												
/ / 04	12	S	117	1288	1404												
/ / 04	13	M	117	1	117												
/ / 04	14	M	117	118	234												
/ / 04	15	M	117	235	351												
/ / 04	16	M	117	352	468												
/ / 04	17	M	117	469	585												
/ / 04	18	M	117	586	702												
/ / 04	19	M	117	703	819												
/ / 04	20	M	117	820	936												
/ / 04	21	M	117	937	1053												
/ / 04	22	M	117	1054	1170												
/ / 04	23	M	117	1171	1287												
/ / 04	24	M	117	1288	1404												
/ / 04	25	L	117	1	117												
/ / 04	26	L	117	118	234												
/ / 04	27	L	117	235	351												
/ / 04	28	L	117	352	468												
/ / 04	29	L	117	469	585												
/ / 04	30	L	117	586	702												
/ / 04	31	L	117	703	819												
/ / 04	32	L	117	820	936												
/ / 04	33	L	117	937	1053												
/ / 04	34	L	117	1054	1170												
/ / 04	35	L	117	1171	1287												
/ / 04	36	L	117	1288	1404												
/ / 04	37																

Fuente: elaboración propia.

Figura A- 2. Planificación electrónica de pedidos

	A	B	C	D	E	J
1	Fecha recepción	Tallas	Color	Cantidad	PO	Fecha entrega
111	17/12/2004	16/18	Black	12	1917	17/01/2005
112	17/12/2004	20	Black	7	1917	17/01/2005
113	18/12/2004	8/10	Black	435	1916	17/01/2005
114	18/12/2004	12/14	Black	869	1916	17/01/2005
115	18/12/2004	16/18	Black	869	1916	17/01/2005
116	18/12/2004	20	Black	435	1916	17/01/2005
117	13/12/2001	8/10	Royal	828	1915	17/01/2005
118	13/12/2001	12/14	Royal	1844	1915	17/01/2005
119	13/12/2001	16/18	Royal	200	1915	17/01/2005
120	13/12/2001	12/14	Royal	6	1915	08-ene
121	13/12/2001	8/10	White	790	1915	08-ene
122	13/12/2001	12/14	White	511	1915	08-ene
123	13/12/2001	16/18	White	797	1915	08-ene
124	13/12/2001	20	White	1599	1915	10/01/2005
125	13/12/2001	2T	White	99	1915	10/01/2005
126	13/12/2001	3T	White	390	1915	10/01/2005
127	13/12/2001	4T	White	10	1915	10/01/2005
128	13/12/2001	12/14	White	9	1915	10/01/2005
129	13/12/2001	16/18	White	1	1915	10/01/2005
130	13/12/2001	8/10	Cardinal	680	1915	10/01/2005
131	13/12/2001	12/14	Cardinal	497	1915	10/01/2005
132	13/12/2001	16/18	Cardinal	1046	1915	10/01/2005

Fuente: elaboración propia.

Figura A- 3. Formato de orden de Producción

INFORMACION DE PRODUCCION												
I. INFORMACION GENERAL												
Cliente	_____			Estilo de prenda	_____			Fecha	_____			
Arte #	_____			Cantidad WIP	_____			Tipo de tela	_____			
Nombre	_____			Tipo de maquina	_____			Color tela	_____			
Talla de la prenda	_____			Hora de arranque	_____			No. Orden	_____			
II. UBICACION DEL ESTAMPADO												
CAMISA/PLAYERA			MANGA		PANTALON/PANTALONETA				BOLSA			
Frente <input type="checkbox"/>			Espalda <input type="checkbox"/>		Izquierda <input type="checkbox"/>		Derecha <input type="checkbox"/>		Frente <input type="checkbox"/>		Atrás <input type="checkbox"/>	
III. PRODUCCION												
Cabeza #	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
PRE-PRENSA												
# de Marco												
Tensión de seda												
Color de seda												
# de seda												
Tipo de emulsión												
Pasadas de emulsión												
Grosor de la emulsión												
tiempo de exposición												
Letra de positivo												
TINTAS												
# Pantone												
Formulación #												
Muestra												
MAQUINA												
Angulo Squeegee												
Velocidad Squeegee												
Angulo Flood Bar												
Velocidad Flood Bar												
Dureza hoja rasero												
Fuera de contacto												
# de pasadas												
Tiempo Flash												
Potencia Flash												
Temperatura Flash												
Temperatura del horno	_____			Velocidad del horno	_____			Velocidad maquina	_____			
Operador de maquina	_____			Vo. Bo.	_____			Gerente de producción				

Fuente: elaboración propia.

Figura A- 4. Diagrama de Gantt Programación diaria

MAQUINA AUTOMATICA										
			LUNES				MARTES			
			DIURNA		Nocturna		DIURNA		Nocturna	
			TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE
Lunes	36	Disp	8	3	6	5				
		t M	1	0	0	0				
		Plan	8	3	6	5				
		Dif	29	26	20	15				
		Cto								
Martes	15	Disp	0	0	0	0	8	3	6	5
		t M	0	0	0	0				
		Plan	0	0	0	0	8	3	6	5
		Dif	0	0	0	0	7	4	-2	-7
		Cto								
Miercoles	-7	Disp	0	0	0	0	0	0	0	0
		t M	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plan	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dif	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cto								
Jueves	-29	Disp	0	0	0	0	0	0	0	0
		t M	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plan	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dif	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cto								
Viernes	-51	Disp	0	0	0	0	0	0	0	0
		t M	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plan	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dif	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cto								
Sabado	-73	Disp	0	0	0	0	0	0	0	0
		t M	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plan	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dif	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cto								

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Tablas para el cálculo de iluminación

Tabla A- 1.	Reflectancias efectivas cavidad de cielo (ρ_{cc}) y piso (ρ_{cp}) en %	239
Tabla A- 2.	Coefficientes de utilización del Método de Cavidad Zonal para cp 20%	240
Tabla A- 3.	Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad del piso de 30 %	241
Tabla A- 4.	Lámparas tipo	241

Tabla A- 1. Reflectancias efectivas cavidad de cielo (pcc) y piso (pcp) en %

Reflectancia piso ó cielo	90				80				70			50			30				10		
% Reflectancia pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	65	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
RCC 2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
o																					
RCP 2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

Fuente: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_6117.pdf

Tabla A- 2. **Coefficientes de utilización del Método de Cavidad Zonal para cp**
20%

Distribución Típica	Reflectancia efectiva cielo	80				70				50			30			10		
	Reflectancia pared	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	RCA	Coeficiente de Utilización, Método de Cavidad Zonal, Pcp = 20 %																
<p>Tipo A</p>	1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	2	0,8	0,8	0,7	0,70	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
	3	0,8	0,70	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,60	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5
	5	0,7	0,6	0,5	0,50	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,5	0,5	0,5
	6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,50	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4
	7	0,6	0,50	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,40	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
	8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,40	0,4	0,4	0,40	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	9	0,5	0,4	0,4	0,3	0,50	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,40	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
	10	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,30	0,3
<p>Tipo B</p>	1	0,7	0,70	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,60	0,6	
	2	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5
	3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,50	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
	5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,40	0,4	0,4	0,40	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	6	0,50	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,40	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3
	7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
	9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,30	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
	10	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
<p>Tipo C</p>	1	1	1	1					0,9	0,9	0,90				0,9	0,9	0,9	
	2	0,9	0,9	0,9					0,9	0,9	0,9				0,9	0,8	0,8	
	3	0,90	0,9	0,9					0,9	0,9	0,8				0,8	0,8	0,80	
	4	0,9	0,8	0,8					0,8	0,8	0,80				0,8	0,8	0,8	
	5	0,8	0,80	0,8					0,8	0,8	0,8				0,8	0,8	0,8	
	6	0,8	0,8	0,8					0,8	0,8	0,7				0,8	0,8	0,7	
	7	0,8	0,7	0,7					0,8	0,7	0,7				0,7	0,7	0,70	
	8	0,8	0,7	0,7					0,7	0,7	0,7				0,7	0,70	0,7	
	9	0,7	0,7	0,7					0,7	0,7	0,7				0,70	0,7	0,7	
	10	0,70	0,7	0,6					0,7	0,7	0,6				0,7	0,7	0,6	

Fuente: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_6117.pdf

Tabla A- 3. **Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad del piso de 30 %**

Reflectancia efectiva cielo	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad de piso Pcp = 30 %																
1	1,09	1,08	1,07	1,07	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01
2	1,08	1,07	1,05	1,05	1,07	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
3	1,07	1,05	1,04	1,03	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,00
4	1,06	1,04	1,03	1,02	1,05	1,04	1,03	1,02	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
5	1,06	1,04	1,03	1,02	1,05	1,03	1,02	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
6	1,05	1,03	1,02	1,01	1,05	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
7	1,05	1,03	1,02	1,01	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00
8	1,04	1,03	1,01	1,01	1,04	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00
9	1,04	1,02	1,01	1,01	1,04	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,00	1,02	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00
10	1,04	1,02	1,01	1,01	1,03	1,02	1,01	1,00	1,02	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00

Fuente: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_6117.pdf

Tabla A- 4. **Lámparas tipo**

Lámpara	Wat	Lúmenes iniciales	Vida útil en horas
Incandescente standard	25	230	2 500
Incandescente standard	40	450	1 500
Incandescente standard	60	890	1 000
Incandescente standard	75	1 200	850
Incandescente standard	100	1 700	750
Incandescente standard	150	2 850	750
Fluorescente standard	20	1 220	9 000
Fluorescente standard	40	3 200	18 000
Fluorescente High Output	85	6 450	12 000

Continúa tabla A-4

Lámpara	Wat	Lúmenes iniciales	Vida útil en horas
Fluorescente High Output	110	9 000	12 000
Fluorescente slimline	38.5	2 900	12 000
Fluorescente slimline	56	4 400	12 000
Fluorescente slimline	73.5	6 300	12 000
Fluorescentes tipo U	40	3 000	12 000

Fuente: modificada de <http://html.rincondelvago.com/ruidos-e-iluminacion.html>