

74  
2el.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**"AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD  
EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**(AREA INDUSTRIAL)**

**P R E S E N T A N :**

**MARIA DEL LOURDES GOMEZ ROJAS  
SERGIO ANTONIO CADENA ARROYO**

DIRECTOR DE TESIS:  
ING. SILVIA HERNANDEZ GARCIA

MEXICO, D. F.

1997



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**AGRADECEMOS A:**

**LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**A LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL**

**A NUESTRA DIRECTORA DE TESIS:  
ING. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA**

**Y**

**A TODOS POR LOS QUE FUE POSIBLE ESTE TRABAJO**

**MUCHAS GRACIAS.**

## DEDICATORIAS

*Por Sergio:*

*Primeramente quiero agradecer a Dios por iluminar el camino de mi vida y poder gozar la dicha de llegar hasta donde ahora me encuentro.*

*A mi mamá que desde siempre me ha brindado su amor, comprensión y apoyo, los cuales me tienen hoy aquí. Gracias por todo eso y más.*

*A mi papá que con su amor, su apoyo, su ejemplo y sus consejos me ha dado la motivación y la fuerza para lograr mis propósitos.*

*A mis hermanos Hugo y Elizabeth que con su alegría y entusiasmo me motivan a seguir adelante.*

*A mi abuelita quien siempre me ha dado su amor y comprensión importantes para mi superación.*

*A mi familia que de alguna u otra manera me impulsaron para lograr este triunfo.*

*A todos los profesores que compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias de su vida profesional y personal.*

*A todos mis amigos con quienes compartí experiencias y momentos inolvidables a lo largo de mi carrera.*

*Muchas Gracias.*

*Por Lourdes:*

*Por brindarme la vida y salud que me permiten cumplir con mis objetivos y disfrutar de momentos como este, le doy gracias a Dios.*

*A mis padres que con esfuerzo y sacrificios me han dado las oportunidades que tal vez no he aprovechado como mejor debí hacerlo, pero a final de cuentas lo logré, gracias por aguantarme, los quiero mucho. A mi hermano y a mis abuelos que siempre me han apoyado en todo con un gran cariño que correspondo con la misma intensidad. A mi familia, amigos y maestros.*

*Por todo lo que ha traído a mi vida a Gerardo mi novio y mejor amigo, con todo mi amor, gracias por tu ayuda, apoyo, confianza y amor.*

*A todos ustedes gracias por ser parte de mí.*

*Un agradecimiento especial a Ramón Sidalgo, muchas gracias.*

# ÍNDICE

	<u>Página</u>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I.- RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN</b>	
<b>I.1.</b> Delimitación del Área de Estudio.....	4
<b>I.2.</b> Identificación del Producto.....	5
<b>I.3.</b> Diagramas de Flujo del Proceso.....	8
<b>I.4.</b> Descripción de las Operaciones.....	12
<b>I.5.</b> Distribución de Planta.....	23
<b>I.6.</b> Diagramas de Recorrido.....	25
<b>I.7.</b> Manejo de Materiales.....	26
<b>I.8.</b> Capacidad Instalada.....	30
<b>CAPÍTULO II.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>	
<b>II.1.</b> Diagnóstico Industrial.....	34
<b>II.2.</b> Análisis de la Situación Actual.....	41
<b>CAPÍTULO III.- DISEÑO DEL SISTEMA PRODUCTIVO</b>	
<b>III.1.</b> Nueva Distribución de Planta.....	44
<b>III.2.</b> Propuestas de Soluciones y Mejoras.....	46
<b>III.3.</b> Limitantes.....	47
<b>III.4.</b> Justificaciones.....	48
<b>III.5.</b> Evaluación de los Costos de la Inversión.....	58
<b>CAPÍTULO IV.- PLANEACIÓN DEL CAMBIO</b> .....	62
<b>CONCLUSIONES</b> .....	67
<b>GLOSARIO</b>	
<b>ANEXOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## INTRODUCCIÓN

La industria de los componentes electromagnéticos ha sufrido grandes cambios en el desarrollo industrial y la respuesta a la tecnología actual es mucho más lenta que los cambios tecnológicos, por lo que los sistemas de manufactura se vuelven obsoletos rápidamente.

Ahora con la apertura comercial internacional en el país, es fundamental buscar nuevos avances e innovaciones en los procesos de fabricación para poder cumplir con las expectativas de los clientes y no quedar rezagado o con una mínima participación a causa de aquellas empresas internacionales que abarcan una gran parte de este mercado debido a su gran desarrollo, experiencia y tecnología, la cual les ayuda de manera considerable a disminuir sus costos de producción, además de tener una muy buena calidad en lo que producen. La empresa en la que se desarrolló esta tesis tiene como razón social "Electro-componentes Mexicana, S.A. de C.V." (ECM) es una de las empresas mexicanas que a pesar de tener una gran calidad en sus productos y preocuparse por mejorarla día con día, ha perdido participación en el mercado, debido a que la calidad total actualmente es un requerimiento que se exige en el tipo de producto que ellos producen y los clientes buscan satisfacer otro tipo de necesidades que la empresa no cubre.

ECM se encuentra en una zona muy industrial ubicada en el Estado de México, Naucalpan, en la calle Guanajuato #14 en la colonia San Andrés Atoto, C.P. 53500.

ECM cuenta ya con varios años, en los cuales ha mantenido una supremacía en México en la fabricación de diversos componentes electromagnéticos, de hecho su real y única competencia son los que fabrican estas piezas en Estados Unidos y Taiwan, pues en México son muy pocos los dedicados a esta actividad, pues con el tiempo fueron desapareciendo al dedicarse sólo al mercado nacional y no ampliar sus horizontes a la exportación, cosa que sí hizo ECM y es por eso que sigue luchando por mantenerse en el mercado, pero internacional, lo que resulta un gran reto, pues hay que competir con grandes tecnologías y satisfacer grandes demandas. A lo largo de estos años ECM ha tenido importantes cambios, uno de ellos ha sido su dirección, la cual, en los últimos años, ha sido sólo responsabilidad del Ingeniero Antonio Laguna, su dueño. Uno de los logros que recién consiguieron es la certificación QS-9000 y próximamente la ISO-9001.

La empresa ha realizado esfuerzos para mejorar sus diferentes tareas en la producción, reducir sus costos, llevar una buena administración, tener buena calidad para satisfacer a sus clientes, sin embargo esto no ha sido suficiente, pues las empresas competidoras han hecho lo mismo, pero a manera de estar en un país desarrollado con lo que han conseguido mejores resultados y prueba de ello en ECM

es la disminución de la cartera de clientes quienes a su vez han sido afectados por las diversas fuerzas externas e internas que atañen a las empresas y se han visto obligadas a hacer una mejor selección de sus proveedores.

Esta disminución básicamente se da, a merced de que ECM no puede ofrecer la producción demandada por sus clientes en los plazos que ellos exigen, cosa que su competencia está aprovechando.

Nosotros encontramos a ECM con una de sus tres plantas totalmente parada con cero producción, cero pedidos, perdiendo clientes y dinero, por lo que no podíamos plantear soluciones sumamente costosas, pero si hacerles ver que, por lo general, cuando la empresa pone en marcha una campaña de mejora de la productividad, los estudios efectuados para ello llegan a la conclusión de que es necesario invertir en medios modernos.

Desde una perspectiva macroeconómica, la modernización se considera el único modo de impedir el declive de la industria y resulta indispensable para mantener el nivel de vida occidental.

Las empresas occidentales reaccionan ante la aceleración de la competencia internacional y saben con qué armas va cada vez más a combatirse: se trata de aumentar sin cesar la automatización de los medios de producción

Los cambios en los procesos industriales hacia las tecnologías avanzadas se ha empezado a generalizar. Los dirigentes industriales no pueden ignorarlo. La necesidad de modernidad en la industria y de hacerla cuanto antes resulta indispensable. Los gobiernos la fomentan, los medios de difusión hablan de ella, la opinión pública esta mentalizada a su favor, el personal y los dirigentes de las empresas la desean.

Para ello se realizará un estudio a fondo de uno de los procesos en ECM en el cual se dejan ver una serie de deficiencias que merman de manera considerable su productividad; una de las herramientas que permite optimizar este tipo de funciones es el Diagnóstico Industrial, pues este nos detecta de los diversos problemas que pudiera tener una empresa en sus actividades, con ello, obtener su grado de productividad y por lo tanto nos puede ayudar a tomar las medidas correspondientes para los problemas detectados.

Nuestro objetivo es detectar las diversas limitaciones o anomalías que pueda presentar la industria "Electro-componentes Mexicana, S.A. de C.V." en las actividades que en ella existan, realizando un diagnóstico industrial y haciendo uso de una serie de herramientas ingenieriles, obteniendo así su grado de productividad y proponiendo medidas correctivas para aumentar éste.

# CAPÍTULO I

## RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

## **RECOPIACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la realización de este estudio se requiere recaudar una gran cantidad de información. Esta información será obtenida a partir de diversas fuentes y de la observación que se realice en la empresa en la que se realiza el estudio.

Algunas de las fuentes con las que contamos son los diversos manuales de manufactura de los productos, encuestas y entrevistas realizadas a operarios y directivos de la planta en cuestión, bibliografías, y una gran cantidad de mediciones, tanto de tiempos como de distancias que se tomaron, con las cuales se obtuvo la información necesaria para poder lograr el objetivo que pretende este trabajo de tesis.

### **I.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El análisis que abarca esta tesis se limita a la Planta 3 de la empresa ECM, lugar en donde tiene cabida la producción de los productos llamados CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS.

Estos productos los escogimos debido al gran porcentaje que puede representar para los ingresos de ECM, pues existe una gran variedad de CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS, modelos diferentes para cada uno de sus diversos clientes.

Otra de las razones por la que escogimos el estudio de estos productos es, sin duda, la deficiencia que presenta en su proceso, en comparación con los productos fabricados en las otras dos plantas vecinas de ECM, los cuales tienen, entre otras cosas, una mejor distribución, ya que son una gran variedad de productos diferentes acomodados en varias líneas de producción en una sola planta, a diferencia de los CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS, los cuales representan una gran variedad de productos similares que utilizan la misma línea de producción en la misma planta, lo cual facilita el análisis de su estudio.

Esta planta se encuentra perdiendo terreno contra sus competidores, pues la tecnología con la que cuentan se vuelve cada vez más insuficiente para satisfacer la demanda de todos sus clientes, quienes últimamente solo les dan una proporción muy pequeña de lo que necesitan y lo demás se lo suministran aquellas empresas

norteamericanas y asiáticas que cuentan ya con tecnología de punta y pueden sin problema satisfacer la demanda de estos clientes.

Existen dentro de la planta en cuestión, dos áreas: trabajo artístico o creación de pantallas y el taller mecánico y de mantenimiento; que las hemos considerado totalmente independientes del proceso, ya que la primera es un proceso para crear una herramienta (pantallas) que se incorpora en las etapas del proceso en las que se maneja la impresión. Cabe mencionar que la creación de una sola pantalla se lleva un tiempo aproximado de 24 horas, por lo cual no se puede considerar como parte integral del proceso, puesto que estas deben encontrarse el área a ser utilizada al inicio de la jornada de trabajo.

Por otro lado el taller mecánico es quien le da mantenimiento a ésta planta y a las otras dos.

## **I.2. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

Los productos, objeto de estudio en esta tesis, son los llamados CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS, de los cuales hay una gran variedad dependiendo del cliente que los solicite.

Entre los principales clientes con los que cuenta ECM para la producción de estos CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS se encuentran Panasonic, Jerrold, Clarion, Phillips, Ford, VRK, General Instruments, entre otros.

Los CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS son utilizados para el montaje de componentes electrónicos de diversos productos de la industria de electrónicos.

El estudio que se realizó es para el proceso de estos productos en general, ya que, debido a la variedad que existen, sólo algunos modelos no pasan por ciertas etapas del proceso completo que la mayoría lleva, sin embargo, estudiaremos el proceso completo para poder realizar un análisis más completo.

Podemos observar un modelo fabricado a General Instruments de circuito impreso rígido. En la Figura 1 se muestra la cara frontal, lugar a donde van soldados posteriormente los diversos componentes eléctricos y electrónicos, y en la Figura 2 se ve la cara posterior del circuito impreso.

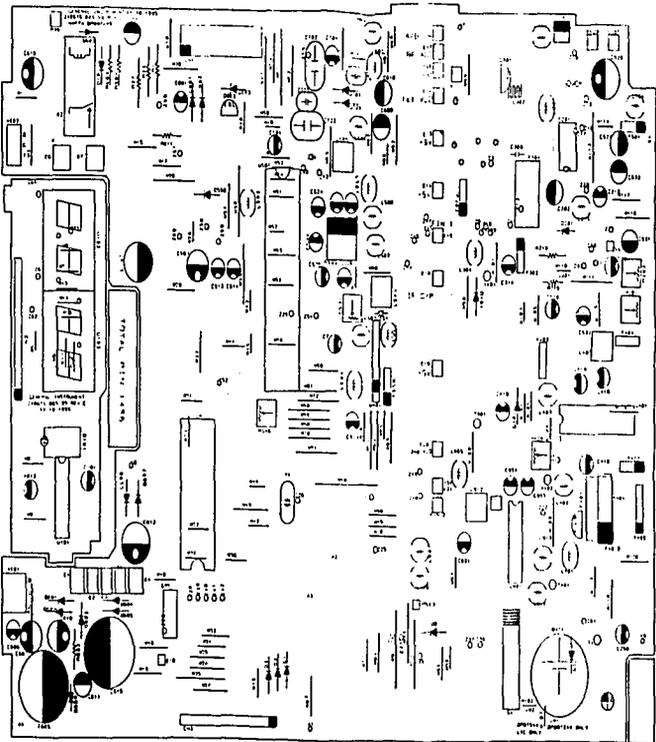


Figura 1. Cara frontal de un circuito impreso rígido.

COMPONENT SIDE SILK SCREEN NAFTA DP887/V5/4 DIGIIS 2106/5-005-99 REV C 11-14-1975  
FOR JAMP5

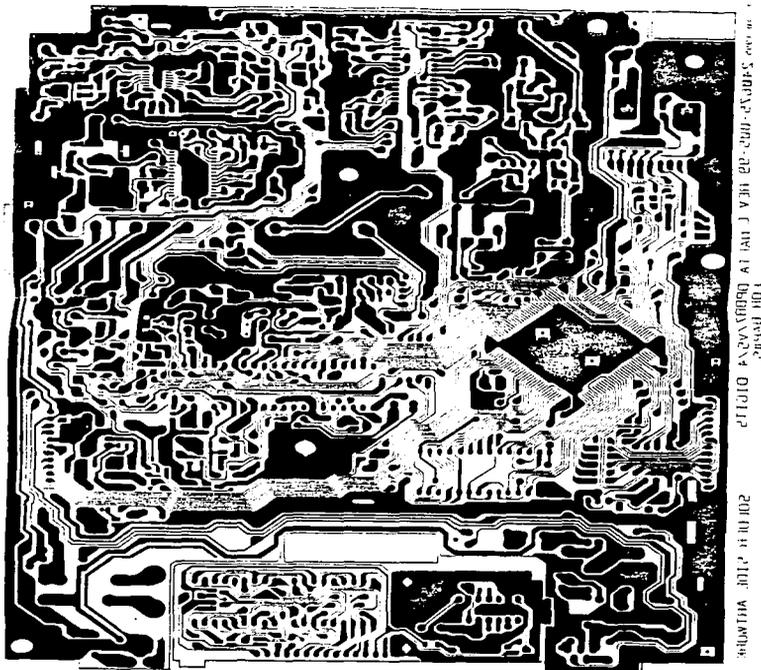
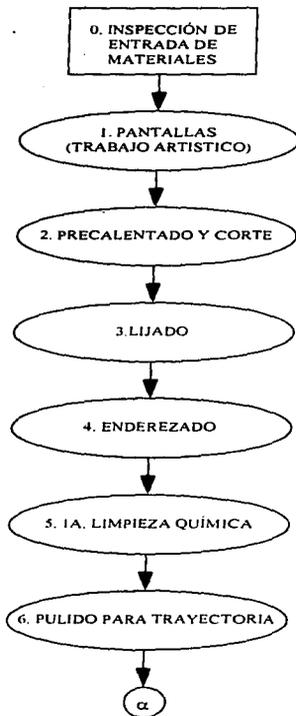
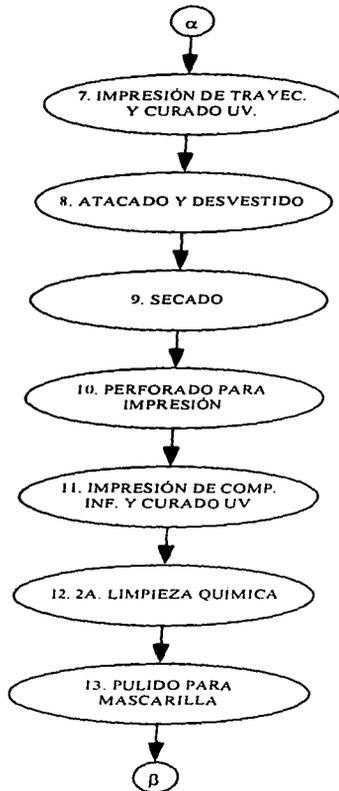
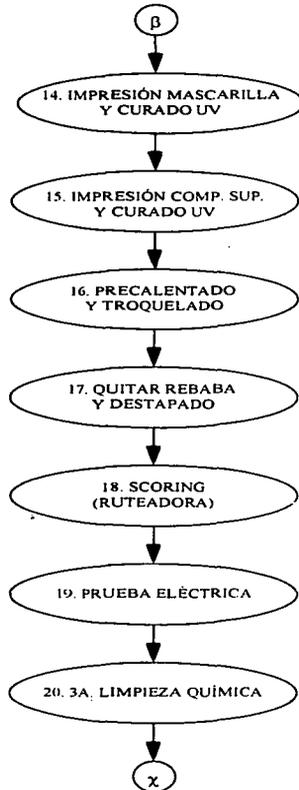


Figura 2. Cara posterior de un CIRCUITO IMPRESO RÍGIDO.

**1.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**







Recopilación y clasificación de la información



DESCRIPCIÓN: CIRCUITO  
IMPRESO RIGIDO  
63-076 Y 63-077  
GRUPO ECM

#### 1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
0	Inspección de entrada de materiales	Aceptar o rechazar materiales según las normas de ECM.	1 Flexómetro. 1 Medidor de espesores.	1	12.32
1	Pantallas	Realizar trabajo artístico.	1 Tensiómetro 1 Master.	1	12.8
2	Precaletado y corte	Precaletado en horno con timer.	1 Horno de resistencias. 1 Cizalla hidráulica. 1 Vernier. 1 Flexómetro. 1 Termómetro digital 1 Timer	1	5.77
2.1	Primer corte	Recibe material del horno, corta, apila e introduce el material nuevamente al horno para el segundo precaletado.			
2.2	Segundo corte	Recibe material del horno, corta y apila.			
2.3	Inspección	Visual.			
3	Lijado	Cada panel se lija en su periferia y se apila.	1 Lija de agua del # 220	1	12.8
3.1	Cepillado	Toma grupos aprox. de 25 paneles y los cepilla por cada lado.	1 Cepillo de cerdas plásticas		
3.2	Aspirado	Enciende aspiradora y recoge el polvo residual producido por el lijado y cepillado.	1 Aspiradora		
4	Enderezado	Introduce material, recibe y compara con el master y apila en la ventana de trayectoria.	1 Máquina de rodillos 1 Juego de gauges (pasa no pasa)	1	5.77

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
5	1ª limpieza química.	Coloca máximo 24 paneles en la rejilla y se sumergen un minuto en cada una de las seis tinas. Los apila.	6 Tinas 1 Timer Botas Guantes Goggles Delantal Rejilla	1	15.4
6	Pulido para trayectoria	Acciona la máquina e introduce paneles, uno por uno a lo ancho del rodillo.	1 Máquina Scrubber 1 Master	1	8.45
6.1		Recibe los paneles de la máquina scrubber, los seca con franela y apila en ventana de trayectoria.	1 Franela		
7	Impresión de trayectoria y curado UV	Levanta la pantalla totalmente y coloca el panel con la cara de cobre hacia arriba en las guías de la mesa de impresión, baja la pantalla y la tinta. Levanta la pantalla, retira el panel y lo inspecciona visualmente.	1 Mesa de impresión 1 Horno UV 1 Master	1 ó 2	18.45
7.1	Inspección de Control de Calidad	Los primeros cinco paneles del lote se mandan al departamento de Control de Calidad donde se revisará que no existan defectos en las pistas, si este los aprueba continua el proceso del lote, de no ser aprobadas se toman las medidas correctivas dispuestas para ello.	1 Radiómetro 1 Higrómetro		

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
7.2		Al ser aprobada la producción del lote los paneles después de ser entintados e inspeccionados visualmente por el operario se colocan en la banda transportadora (conveyor) del horno UV			
8	Atacado y desvestido	Toma el panel a la salida del conveyor del horno UV e inspecciona visualmente la uniformidad de impresión y junta los paneles de dos en dos, en forma de sandwich con la cara de Cu hacia afuera, coloca dos sandwich 's en a lo ancho de los rodillos de la máquina de atacado.	1 Máquina atacadora Chemcut 1 Máquina de lavado		35.17
8.1		Toma los paneles a la salida de la máquina de atacado y los inspecciona para que no contengan residuos de cobre y de igual manera los coloca en los rodillos de la máquina de desvestido.		1	
8.2		Toma los paneles a la salida de la máquina de desvestido, los enjuaga con agua, verifica que no existan residuos de tinta azul y los apila.			
8.3	Transporte a Secado	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de secado.	1 Carrito transportador	1	

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
9	Secado	Acciona la máquina e introduce paneles, uno por uno a lo ancho del rodillo.	1 Máquina de secado (Scrubber)	1	7.8
9.1		Recibe los paneles de la máquina scrubber, los seca con franela y los apila.	1 Franela		
9.2	Transporte a Perforado	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de perforado.	1 Carrito transportador		
10	Perforado	Recibe material, toma un panel y lo coloca sobre la máquina perforadora.	1 Máquina perforadora	1	8.14
10.1	1ª Perforación	Coloca la primera isla sobre el haz de la luz, acciona el pedal y verifica que se realice.			
10.2	2ª Perforación	Coloca la segunda isla sobre el haz de la luz, acciona el pedal, verifica que se realice y los apila.			
10.3	Transporte a Impresión de componente inf. y Curado UV	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Impresión.	1 Carrito transportador		
11	Impresión de componente inferior y Curado UV	Levanta la pantalla totalmente y coloca el panel con la cara de cobre hacia abajo en las guías de la mesa de impresión, baja la pantalla y la tinta. Levanta la pantalla, retira el panel, lo inspecciona visualmente y lo apila.	1 Mesa de impresión 1 Horno UV 1 Radiómetro 1 Master 1 Higrómetro	1 ó 2	18.01

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
11.1	Transporte a 2ª Limpieza química	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de la 2ª limpieza química.	1 Carrito transportador		
12	2ª Limpieza química	Coloca máximo 24 paneles en la rejilla y se sumergen un minuto en cada una de las cuatro tinas. Los apila.	6 Tinas 1 Timer Botas Guantes Goggles Delantal Rejilla	1	11
12.1	Transporte a Pulido	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva a Pulido.	1 Carrito transportador		
13	Pulido para mascarilla	Acciona la máquina e introduce paneles, uno por uno a lo ancho del rodillo.	1 Máquina Scrubber 1 Master	1	9.8
13.1		Recibe los paneles de la máquina scrubber, los seca con franela y los apila.	1 Franela		
13.2	Transporte a Impresión	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de impresión.	1 Carrito transportador		
14	Impresión de mascarilla y Curado UV	Levanta la pantalla totalmente y coloca el panel con la cara de cobre hacia arriba en las guías de la mesa de impresión, baja la pantalla y la entinta. Levanta la pantalla, retira el panel y lo inspecciona visualmente.	1 Mesa de impresión 1 Horno UV 1 Master	1	25.86

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
14.1		Los primeros cinco paneles del lote se mandan al departamento de Control de Calidad donde se revisará que no existan defectos en las pistas, si este los aprueba continúa el proceso del lote, de no ser aprobadas se toman las medidas correctivas dispuestas para ello.	1 Radiómetro 1 Higrómetro		
14.2		Al ser aprobada la producción del lote los paneles después de ser entintados e inspeccionados visualmente por el operario se colocan en la banda transportadora (conveyor) del horno UV.			
15	Impresión de componente superior y Curado UV	Levanta la pantalla totalmente y coloca el panel con la cara de cobre hacia arriba en las guías de la mesa de impresión, baja la pantalla y la tinta. Levanta la pantalla, retira el panel y lo inspecciona visualmente.	1 Mesa de impresión 1 Horno UV 1 Master	1 ó 2	16.04

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
15.1		Los primeros cinco paneles del lote se mandan al departamento de Control de Calidad donde se revisará que no existan defectos en las pistas, si este los aprueba continua el proceso del lote, de no ser aprobadas se toman las medidas correctivas dispuestas para ello.	1 Radiómetro 1 Higrómetro		
15.2		Al ser aprobada la producción del lote los paneles después de ser entintados e inspeccionados visualmente por el operario se colocan en la banda transportadora (conveyor) del horno UV.			
16	Precalentado y Troquelado	Introduce paneles al horno	1 Horno eléctrico 1 Prensa 1 Termómetro digital 1 Troquel	2 ó 3	
16.1	1er. Troquelado	Toma el panel del horno y lo coloca en los pilotos del troquel. Acciona par de botones con ambas manos, saca el panel, lo inspecciona , lo pasa a la siguiente máquina de troquelado y carga nuevamente el horno.		1	14.4

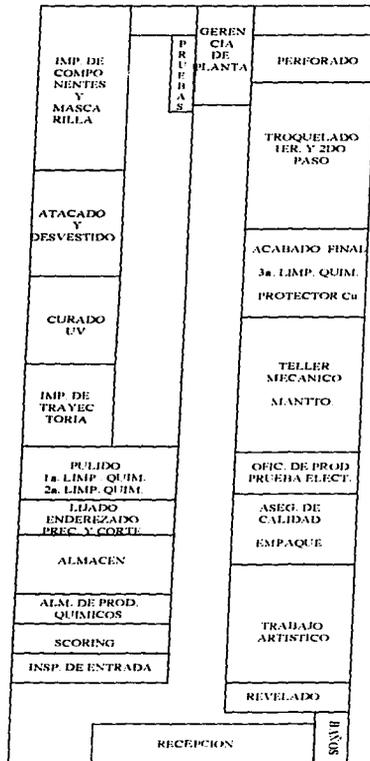
No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
16.2	2ª Troquelado	Toma el panel del horno y lo coloca en los pilotos del troquel. Acciona par de botones con ambas manos, saca el panel, lo inspecciona, lo apila y carga nuevamente el horno.		1	15.5
17	Quitar rebaba y destapado	Toma el panel, le quita el marco sobrante y lo coloca en la cama de clavos con la cara de Cu hacia arriba y con el cepillo quita las rebabas. Saca el panel de la cama de clavos y lo apila.	1 Cama de clavos 1 Cepillo de cerdas plásticas	1	
17.1	Transporte a Scoring	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Scoring.	1 Carrito transportador		
18	Scoring	Realizar los ajustes de la máquina de Scoring con respecto al panel del modelo a producir. Deslizar los paneles sobre los rieles del extremo derecho hacia la rampa conector. Fabricar todo el primer score en todo el material del lote.	2 Máquinas Scoring 1 Dispositivo para medir profundidad	1	9.81
18.1		Repetir lo anterior para los diferentes score's del modelo. Apilar los paneles.			
18.2	Transporte a Prueba eléctrica	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Prueba eléctrica.	1 Carrito transportador		

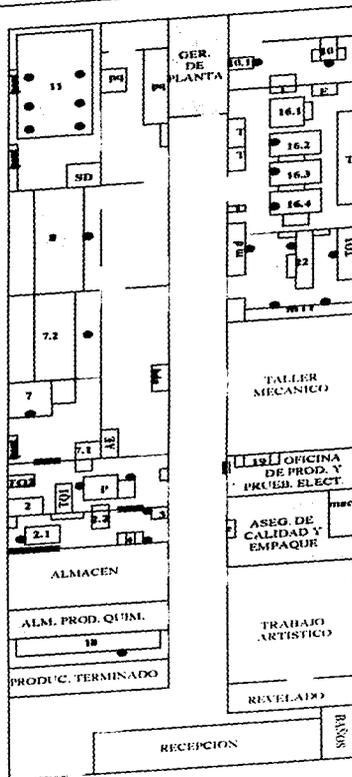
No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
19	Prueba eléctrica	Ajustar lig de prueba y ajustar la máquina según el modelo de panel. Colocar el panel en los pilotos del lig con la cara de Cu hacia arriba y cerrar la tapa. Accionar la máquina y al terminar el ciclo levantar la tapa, sacar el panel de las guías con cuidado y apilarlo.	1 Máquina probadora 1 Test Fixture	1	10.77
19.1	Transporte a Acabado final	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Acabado final.	1 Carrito transportador		
20	3ª Limpieza química	Recibe paneles, toma uno, lo sumerge en la primera tina con la cara de Cu hacia arriba, lo talla con fibra scotch de manera uniforme, lo coloca en la segunda tina para enjuague, lo cambia a la tercera tina para enjuague y lo apila.	4 Tinas 1 Timer 1 Fibra scotch Botas Goggles Delantal Guantes	1	8.5
20.1	Transporte a Secado	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Secado.	1 Carrito transportador		
21	Secado	Acciona la máquina e introduce paneles, uno por uno a lo ancho del rodillo.	1 Máquina Scrubber	1	7.5
21.1		Recibe los paneles de la máquina scrubber, los seca con franela y apila en ventana de trayectoria.	1 Franela		

No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
21.2	Transporte a la Aplicación de protector de Cu	Coloca los paneles apilados en el carrito transportador y los lleva al área de Aplicación de protector de Cu.	1 Carrito transportador		
22	Aplicación de protector de Cu y Curado	Recibe paneles, toma franja y la humedece con el protector de Cu, toma un panel, le da un recubrimiento uniforme con la franja y lo coloca con la cara de Cu hacia arriba en la banda (conveyor) del Horno IR. Recibir los paneles al final de la banda y apilarlos.	1 Franja 1 Horno de resistencias	1	12.18
23	Inspección Final	Tomar paneles a la salida del horno IR y con lámpara de aumento 100% inspeccionar: a)Centrado de mascarilla, b)Pistas picadas, c)Centrado y buena legibilidad de componente inferior y superior, d)Uniformidad del protector de Cu.	1 Lámpara de 10 V 1 Lámpara de 15 V 1 Pantalla para checar cortos	1	10.6
23.1	Transporte a Aseguramiento de Calidad	Agrupa los paneles en grupos de 50 si cumplen las especificaciones y los lleva al área de Aseguramiento de Calidad.	1 Carrito transportador		

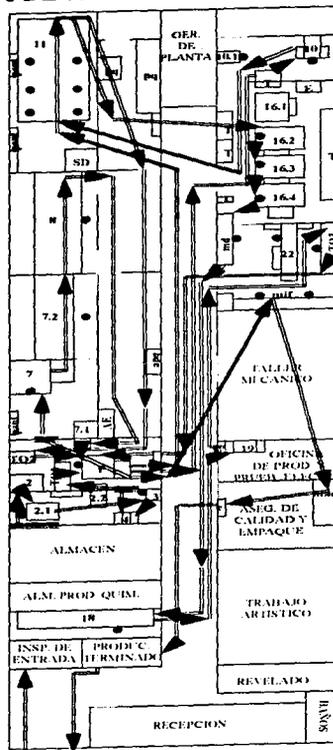
No. de operación	Operación	Descripción	Equipo	No. de operarios	Tiempo por pieza (seg.)
24	Aseguramiento de Calidad	De acuerdo a las especificaciones del cliente se determina el plan de muestreo con respecto al lote.	1 Lámpara de 10 V 1 Lámpara de 15 V 1 Pantalla para checar cortos 1 Vernier 1 Juego de gauges de diámetros	1	22.73
25	Empaque	Empaca los paneles.		1	4.33

## I.5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA





## 1.6. DIAGRAMA DE RECORRIDO



## **I.7. MANEJO DE MATERIALES**

El manejo de materiales comprende todo el movimiento de los mismos desde su primer movimiento como materia prima hasta llegar a ser producto terminado. Es la preparación y colocación de los materiales para facilitar su movimiento y almacenamiento en todas las operaciones a las que se somete el producto, ayudando con ello a lograr una mayor productividad .

Dentro de la planta analizamos el manejo de materiales desde el punto en que los proveedores lo depositan en el área de inspección de entrada hasta que llega al almacén de producto terminado, pasando por todas y cada una de las partes del proceso. Para un estudio de manejo de materiales hay que saber que es lo que se va a mover, por dónde hay que moverlo, cómo se ve a mover y que equipo utilizar.

El material que tiene mayor participación dentro del proceso es el laminado fenólico, que es una hoja compuesta de material base y un recubrimiento de cobre que se recibe del proveedor con las dimensiones que se muestran en la tabla 1, para su almacenamiento se utilizan carretillas. Posteriormente pasa del almacén por medio de una rendija que lo conecta con la etapa de precalentado y corte, dónde se cortará en paneles del tamaño que el cliente requiera, por ejemplo los paneles del circuito impreso rígido del cliente General Instruments miden 25.5 x 20.4 cm, los demás clientes piden tamaños similares, con esto podemos darnos una idea del tamaño del laminado fenólico que se maneja durante el proceso.

Después de ser cortada la hoja se maneja manualmente, con ventanas, carretillas a mano de cuatro ruedas, con banda transportadora durante los procesos que en su maquinaria la tengan integrada y con rejillas en las diferentes limpiezas químicas.

Los productos químicos (números 2 a 18 de la tabla 1) se transportan del área de inspección de entrada al almacén de productos químicos por medio de carretillas y manualmente, haciéndolo con sumo cuidado ya que en su mayoría son tóxicos y flamables. Dichos productos solamente se mueven del almacén a las áreas en que cada uno será utilizado dentro del proceso.

A continuación se describe cada uno de los aparatos que se utilizan para el manejo de materiales (ver figura 3):

**Ventanas:** Estas se ocupan como medio de conexión entre áreas del proceso que solamente están separadas por una pared. El trabajador coloca manualmente un lote de paneles en la repisa de la ventana cuando ha terminado con la parte del proceso

que le corresponde y están listos para pasar a la siguiente etapa, el trabajador que recibe el material solamente gira la ventana y lo mueve manualmente para hacer su labor en el proceso.

**Carretillas a mano de cuatro ruedas:** Estas se ocupan para transportar los paneles entre áreas del proceso que se encuentran muy separadas. Al terminar el trabajador su labor coloca un lote de paneles en la carretilla y empujándola los traslada a la etapa siguiente del proceso.

**Bandas transportadoras:** Los procesos de curado UV, atacado y desvestido, impresión de componentes y mascarilla y en aplicación de protector de cobre cuentan con maquinaria que trae integrada una banda transportadora, así solamente se deposita manualmente el panel sobre ella y es transportado dentro de la máquina para recibir el tratamiento correspondiente, sale de la máquina y se recoge manualmente.

**Rejillas:** Las rejillas se utilizan en la 1a. y 2a. limpiezas químicas. Se toman 24 paneles y se colocan dentro de las divisiones de la rejilla para posteriormente sumergirse en la primera tina con productos químicos y agua, después del tiempo estipulado se sacan y sumergen en la siguiente tina, así hasta terminar con el número de tinas que la limpieza química requiera. Al finalizar con la limpieza química se retiran manualmente los paneles de la rejilla.

**Carretillas:** Se utilizan para trasladar los materiales del área de inspección de entrada al almacén y para transportar los productos químicos a las diferentes áreas en que se van a utilizar. Estas carretillas se jalan manualmente y se ocupan cuando los materiales son más pesados, cuando se transporta mucho material o cuando se quiere mayor cuidado en su traslado (productos químicos, peligrosos y pesados).

Se tienen dos almacenes, uno de productos químicos y otro para los demás materiales, este último cuenta con dos pisos, en la parte de abajo se encuentran las hojas del laminado fenólico y en la parte superior el resto (números 19 a 35 de la tabla 1) que son más ligeros y que se pueden mover con mucha facilidad en forma manual.

Las hojas del laminado fenólico se alimentan al proceso continuamente, los productos químicos se distribuyen cuidadosamente, sólo dos veces al día, al inicio de la jornada y durante la salida a comer de los trabajadores para eliminar riesgos. Los materiales restantes se distribuyen al iniciar las labores y cuando alguno salga defectuoso y se tenga que cambiar. El empaque de los diferentes modelos se realiza conforme a las especificaciones de cada uno de los clientes y posteriormente se trasladan las cajas al área de producto terminado utilizando la carretilla.

Clasificación y análisis de la información

No.	Material:	Descripción:	Manejado con:
1	Laminado fenólico.	Tamaño de la hoja: 102 x 102 (cm) Espesor de la hoja: 1.6 mm.	Carretilla y manualmente en la entrada. Dentro del proceso: manualmente, con bandas transportadoras, carretillas a mano de cuatro ruedas, ventanas y rejillas.
2	Tinta azul UR-578B.	Cubeta con 1.43 litros.	Carretilla y manualmente.
3	Tinta Blanca USJ-215W.	Cubeta con 1.2 litros.	Carretilla y manualmente.
4	Tinta verde USR-9148G.	Cubeta con 1.51 litros.	Carretilla y manualmente.
5	Acido sulfúrico.	Recipiente con 4.7 litros.	Carretilla y manualmente.
6	Acido clorhídrico.	Recipiente con 42 Kg.	Carretilla y manualmente.
7	Persulfato de amonio.	Bolsa con 2 Kg.	Manualmente.
8	Agua oxigenada al 50%.	Cubeta con 40 litros.	Carretilla y manualmente.
9	Sosa cáustica en escamas.	Bolsa con 10 Kg.	Carretilla y manualmente.
10	Cianuro de sodio.	Bolsa con 3.1 Kg.	Manualmente.
11	Alcohol industrial.	Recipiente con 720 ml.	Carretilla y manualmente.
12	Thinner standard.	Cubeta con 20 litros.	Carretilla y manualmente.
13	Antiespumante.	Recipiente con 1 litro.	Manualmente.
14	Solvente TSRT-5.	Cubeta con 4 litros.	Carretilla y manualmente.
15	Solvente TLCA-15.	Cubeta con 5.9 litros.	Carretilla y manualmente.
16	Solvente RPC-2.	Cubeta con 4 litros.	Carretilla y manualmente.
17	Solvente RTT-100.	Cubeta con 3.4 litros.	Carretilla y manualmente.
18	Solvente TGDPC-73.	Cubeta con 12 litros.	Carretilla y manualmente.
19	Franja blanca.	500g / metro.	Manualmente.
20	Fibra verde.	4 piezas / kilogramo.	Manualmente.
21	Lija para agua No. 220.	6 piezas / kilogramo.	Manualmente.
22	Manigueta de madera.	374g / pieza.	Manualmente.
23	Hule rasero amarillo.	600g / metro.	Manualmente.
24	Cepillo Scotch Brite.	200g / pieza.	Manualmente.
25	Toalla Tactoth.	Rollo de 3.6 Kg.	Manualmente.
26	Bolsa de plástico.	Paquete de 1 Kg.	Manualmente.
27	Caja de cartón	16"x10"x10".	Carretilla y manualmente.
28	Etiqueta destino-remitente.	Caja con 20 pgs. (450g).	Manualmente.
29	Etiqueta blanca 6" x 5".	Caja con 20 pgs. (450g).	Manualmente.
30	Cinta masking tape.	1 1/2" x 50 mts. Rollo.	Manualmente.
31	Cinta masking tape.	1/2" x 50 mts. Rollo.	Manualmente.
32	Cinta canela.	2" x 150 mts. Rollo.	Manualmente.
33	Plástico (Wrap stretch).	Paquete de 1 Kg.	Manualmente.
34	Fleje plástico.	Paquete de 3 Kg.	Manualmente.
35	Grapa para fleje de 1/2".	Caja con 1000 pzas. ( 300g)	Manualmente.

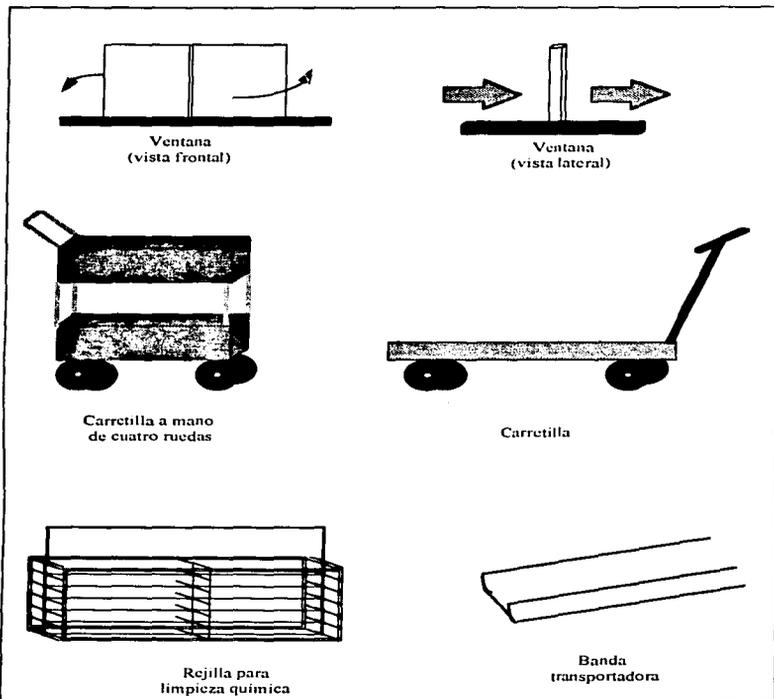


Figura 3. Aparatos para el manejo de materiales.

Para lograr un buen estudio de manejo de materiales se requiere de mucha información que nos diga cómo y por dónde se mueve el material, para ello es muy útil conocer la distribución de la planta y el diagrama de recorrido.

## **I.8. CAPACIDAD DEL PROCESO**

La capacidad instalada es igual a la producción obtenida, trabajando las instalaciones ininterrumpidamente y con un máximo de aprovechamiento menos los tiempos dedicados a mantenimiento, inspecciones, descansos obligatorios y en general a los tiempos ociosos que se requieran para mantener un flujo correcto de producción, determinado por las características de los productos, de la maquinaria y equipo y de los operadores.

Por lo tanto la capacidad instalada en la Planta 3 de ECM para la fabricación de CIRCUITOS IMPRESOS RÍGIDOS se muestra a continuación:

**Máxima Producción Diaria: 1300 paneles**

**TAKT TIME = 20,3 seg.**

P a s o	Descripción del Proceso	Máquina	Tiempo de caminado	Tiempo base (seg.)			Tiempo de preparación de máquina (seg.)			Capacidad Total
				Tiempo manual	Tiempo maq. automát.	Tiempo Fabrica- ción	Piezas por cambio	Tiempo de cambio	Tiempo por pieza	
2	Precalentado y corte	Horno y cizalla		12.32		12.32	520	1500	2.88	1736
3	Lijado			12.8		12.8				2063
4	Enderezado	Maq. rodillos	0.17	3.8	1.8	5.77				4575
5	1ª Limpieza química	Tinas		2.9	12.5	15.4	800	2400	3.00	1435
6	Pulido para trayectoria	Scrubber	0.3	5.65	2.5	8.45				3124
7	Traectoria	Mesa impresión	0.3	18.15		18.45	500	900	1.8	1304
8	Inspección de atacado			35.17		35.17				751
8 a	Atacado	Atacadora			13.75	13.75				1920
8 b	Desvestido	Desvestidora		9.27	4.5	13.77				1917
9	Secado	Pulidora	0.3	5	2.5	7.8				3385
10	Perforado	Perforadora		3.44	4.7	8.14				3243
11	Impresión comp. inf.	Mesa de impresión		18.1		18.1				1466
12	2ª Limpieza química	Tinas		3.5	7.5	11	800	1200	1.5	2112
13	Pulido para mascarilla	Scrubber		7.3	2.5	9.8				2694
14	Impresión de mascarilla	Mesa de impresión		20.66		20.66				1278
14	Enfriamiento de mascarilla			2.7	2.5	5.2				5077
15	Impresión de componente superior	Mesa de impresión		16.4		16.4				1646
16	Troquelado (1er. Paso)	Prensa		14.4		14.4	30	81.5	2.72	1332
16	Troquelado (2º Paso)	Prensa		15.5		15.5	30	36.5	1.22	1364

P a s o	Descripción del Proceso	Máquina	Tiempo de caminado	Tiempo base (seg.)			Tiempo de preparación de máquina (seg.)			Capacidad Total
				Tiempo manual	Tiempo maq. automátic.	Tiempo Fabrica- ción	Piezas por cambio	Tiempo de cambio	Tiempo por pieza	
17	Destapado	Fixture		9.2		9.2				2870
18	Ruteado	Scoring	2.45	5.86	1.5	9.81				2691
19	Prueba eléctrica	Maq. elect.		6.27	4.5	10.77	10	9.2	0.92	2258
20	3ª Limpieza química	Tinas		8.5		8.5				3106
21	Secado	Scrubber		5	2.5	7.5				3520
22	Aplicación de protector de Cobre,	Horno IR	0.08	5.6	6.5	12.18	1040	90	0.08	2153
23	Inspección final			10.6		10.6				2491
24	Empaque		0.08	4.25		4.33				6097
<b>Totales:</b>			9.24	266.59						
<b>Tiempo total de ciclo de operadores:</b>				275.83						

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

## **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

En este capítulo procedemos a procesar toda la información recaudada en el capítulo anterior para poder detectar las actividades que en ECM mermen la productividad en el proceso estudiado y de esta manera, en los capítulos posteriores, tener las suficientes bases para proponer las mejoras pertinentes que a nuestro criterio son las más adecuadas para aumentar la productividad en dicho proceso.

### **II.1. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA**

Realizaremos el diagnóstico o determinación de las limitaciones o anomalías de las actividades de ECM mediante la utilización del análisis factorial y causal.

El análisis factorial es una metodología de investigación industrial que constituye un enfoque ideal para la introducción a los estudios de los fenómenos económicos y análisis de productividad, el cual nos será de gran utilidad en el diagnóstico industrial que efectuaremos en ECM y en la calificación de los factores que condicionan el estado de atraso de algunas de sus actividades.

A los factores de operación en los que se basa el análisis factorial que influyen de alguna manera en la operación de una empresa corresponde una tarea o función específica, que es asignada a un miembro del cuerpo directivo. El director de una empresa necesita información oportuna y seleccionada que le permita conocer de una sola mirada, si algún departamento esta funcionando correctamente o no.

Las actividades, funciones y repercusiones ante la inflación que corresponden a los encargados de cada uno de los factores de operación son los siguientes:

#### **I.- Medio ambiente**

Los encargados de este factor informarán oportunamente a la empresa de los cambios que ocurren en las condiciones externas para su orientación y así mismo, informar al exterior sobre las actividades de la empresa  
Al verse afectadas las influencias externas como son los aspectos económicos y los sociales por el alza de precios, por la especulación y acaparamiento de la mercancía, por efecto de la inflación se alterará gradualmente este factor y no será lo mismo si consideramos esta alteración en la Economía.

## 2-- Política y Dirección

Tiene por misión fijar a la empresa objetivos razonables, y proveerla de los medios necesarios para alcanzarlos.

Este factor será afectado grandemente ya que las políticas serán de menor duración y la planeación será a corto plazo por las variaciones que existen en la Economía externa que vendrá a efectos indudablemente a la economía interna de una empresa.

## 3-- Productos y Procesos

Seleccionará para su producción, los artículos que al mismo tiempo que presten servicio a los consumidores, rindan beneficios a la empresa, y determinará los procesos adecuados de producción.

Este factor se verá afectado por la inflación ya que se tenderá en este momento, más que nunca a mejorar el diseño, la calidad y la productividad para poder seguir siendo competitivos en la rama donde se esté desarrollando.

## 4-- Financiamiento

Proveerá de los recursos monetarios adecuados por su cuantía y origen, para desarrollar las inversiones necesarias, así como para desarrollar las operaciones de la empresa.

Los indicadores de este factor nos darán por tanto el equilibrio que debe haber en las finanzas de la empresa, representado por la disponibilidad de dinero y la oportunidad de nuestros pagos a los acreedores.

El financiamiento se verá afectado ya que las perspectivas a largo plazo son de una elevación del nivel de precios, el incentivo para el ahorro puede verse seriamente debilitado. Las tasas de interés se elevarán drásticamente, debido a un descenso de ahorro real y la expectativa de elevación de los precios, entonces la inversión y el crecimiento se demoran.

## 5-- Medios de Producción

Las responsables de este factor deberán tener conocimiento de maquinaria y equipo de la rama sobre la que se está trabajando, además de conocer sobre terrenos, edificios e instalaciones para poder dotar a la empresa y ésta efectúe sus operaciones eficientemente.

No podemos ignorar el factor inflación al hacer un análisis o evaluación de estos medios, ya que al igual que los productos se verán afectados, porque los individuos tienden a convertirse en este momento, en especuladores o a aumentar su propensión al consumo y entonces el crecimiento económico se verá seriamente reprimido.

#### 6- Fuerza de Trabajo

Seleccionará y adiestrará al personal idóneo y lo organizará tratando de alcanzar la óptima productividad en el desempeño de sus labores.

Este aspecto es uno de los más afectados por la inflación. En muchas industrias la escala de salarios se basa en el costo de la vida. En caso de que éste se eleve, los salarios aumentan automáticamente. Esto induce a su vez a los empresarios a elevar los precios.

#### 7- Suministros

Se encargará de que la empresa tenga un suministro continuo de materiales y servicios de calidad y a precios convenientes.

Los consumidores e inversionistas al ver la tendencia de la inflación se anticipan a posteriores elevaciones de precios e intensifican su demanda de bienes y servicios. Ya que los aumentos de precios resultantes provocan un estado de participación para cambiar monedas por mercancías, aceleran asimismo su ritmo para la acumulación de stocks, y su programa de inversión de capital para anticiparse a la esperada elevación del costo de los materiales y máquinas.

#### 8- Actividad Productora

Organizará y efectuará las operaciones de producción en forma eficiente y económica.

La inflación perjudicará la producción ya que sustituye la industria y la austeridad por el atesoramiento y la especulación y si también han sido afectados los suministros y la fuerza de trabajo que son parte de la actividad productora, estaría de más contradecir que no se ve afectada.

#### 9-- Mercadeo

Se encargará de adoptar las medidas que garanticen el flujo continuo de los productos al mercado y que proporcionen el óptimo beneficio tanto a la empresa como a los consumidores.

En el momento en que existe un grado muy alto de inflación ya no se puede garantizar un flujo continuo de productos a no ser que se trate realmente de primerísima necesidad, en caso contrario, quizás no se justifiquen los altos costos de distribución de propaganda, etc.

#### 10-- Contabilidad y Estadística

Deberá establecer y tener en funcionamiento una organización para la recopilación de datos, particularmente financieros y de costos, con el fin de mantener informada a la empresa de los aspectos económicos de sus operaciones en forma oportuna y fácil de analizar a un bajo costo.

La contabilidad y estadística se verán afectadas por la inflación sino están debidamente informados y sus técnicos no son los más actualizados.

El resultado final de todas estas anomalías causadas por la inflación trae consigo el enfrentamiento de la sociedad contra sí misma, y las instituciones políticas se someten a una intolerable tensión.

Los pasos a seguir para la realización del diagnóstico de ECM son los siguientes:

Realizamos y aplicamos dos tipos de encuestas; una para los directivos (Anexo C) y otra para todos los operarios de la planta (Anexo B), en las cuales se hicieron preguntas acerca de los 10 factores antes mencionados. Tienen como finalidad conocer su punto de vista con respecto a la planta en que laboran. Se diseñó el cuestionario incluyendo preguntas que tomaran en cuenta a cada una de las siete diferentes áreas en las cuales ellos tienen participación directa; de cada una nos interesaba conocer:

a) Dirección: La forma en que ésta interactúa con los operarios, el equilibrio al conducir la empresa y como afecta o beneficia a los trabajadores.

b) Medio ambiente: Desde el punto de vista interno.

### Análisis de la información

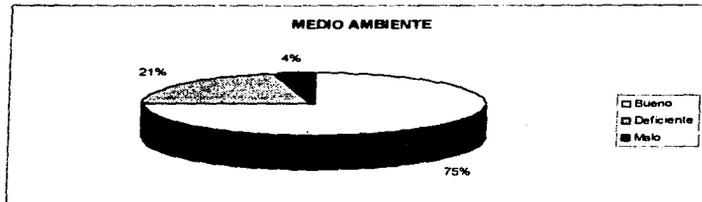
d) **Suministros:** La forma en que estos llegan a los operarios y como interfieren con su trabajo.

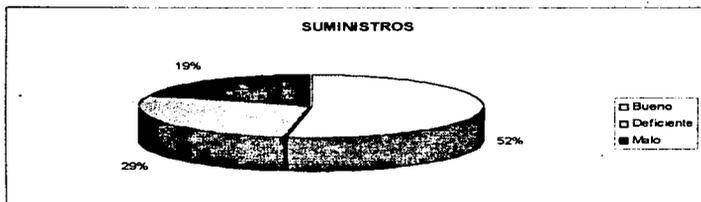
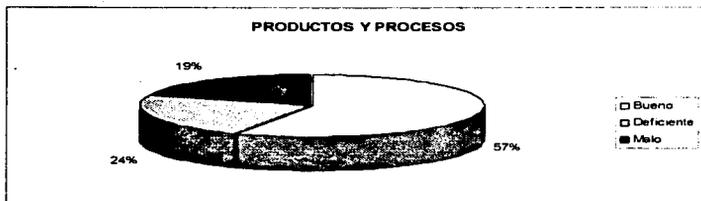
e) **Fuerza de trabajo:** Entre otras cosas nos ayuda a conocer el grado de satisfacción que tienen al desempeñar sus labores. La fuerza de trabajo es punto clave para lograr la mayor productividad.

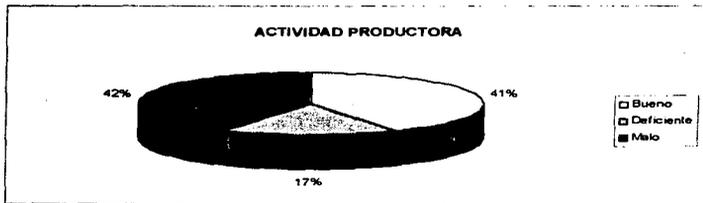
f) **Medios de producción:** Como interfieren las instalaciones, maquinaria y equipo en la parte del proceso.

g) **Actividad productora:** El conocimiento que tienen de esta, los problemas que encuentran en su etapa de trabajo dentro del proceso.

Con el resultado obtenido de las encuestas se puede ver que los operarios evalúan a dichas áreas de la siguiente manera:







Cabe mencionar que las encuestas y entrevistas aplicadas a los directivos nos arrojaron otro tipo de información, la cual no puede ser analizada de la misma forma que la de los operarios, ya que solamente se aplicó a tres ingenieros (el dueño, el jefe de manufactura y al supervisor de manufactura), con criterios y funciones muy distintas, que nos ayudaron a tener un mayor panorama de la situación de la empresa.

## **II.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

De acuerdo al análisis de la información realizado se encontró que existen varios puntos susceptibles de mejoras, como lo es la distribución de la planta con lo cual se vería grandemente incrementada la productividad de la planta.

Los aparatos mencionados para el manejo de materiales dentro de la planta son adecuados, brindan seguridad a los trabajadores y al proceso, pueden utilizarse fácilmente por los trabajadores, que en su mayoría son mujeres, nunca obstruyen su visión, se empujan, jalan, giran y maniobran sin riesgos, permiten el flujo de materiales y son muy económicos.

Debido a que en el proceso se manejan varios productos químicos se siente un ambiente muy fuerte, lo cual ha llegado ya a causar daños cutáneos en algunos de los operarios a pesar de contar con cofias, guantes y cubre-bocas. Definitivamente hace falta una buena ventilación en toda la planta, pues la falta de dicha ventilación provoca temperaturas por encima de la temperatura ambiente, lo cual ocasiona que las tintas de la impresión pierdan su consistencia y se "escurran" al momento de imprimir.

El almacén cuenta con una buena distribución y permite el movimiento y almacenamiento adecuado de los productos.

El proceso en general requiere un balanceo de líneas, ya que se encontraron cuellos de botella debido a que la capacidad de diversas etapas del proceso es sumamente variable. Encontramos que la planta requiere de cambios inmediatos para satisfacer la demanda de sus actuales clientes, así como de una planeación a futuro, ya que su capacidad instalada es por mucho inferior a la requerida para poder adquirir nuevos clientes, recuperar a los perdidos, inciciementando así su participación en el mercado internacional.

La Planta 3 utiliza una capacidad instalada de un 30 % de su total y esto se debe a que han perdido a sus principales clientes, ya que estos están creciendo y requieren de una mayor producción de la que ECM les ofrece, por lo que tienden a buscar a otros proveedores.

Actualmente cuentan con propuestas de varios clientes, ya que la calidad que ofrecen es por demás buena, pues trabajan con Just in Time, entre otras herramientas de clase mundial; sin embargo no se encuentran preparados para satisfacer tal demanda.

La calidad del producto que maneja ECM es excelente, sin embargo esta calidad no se encuentra en todas las etapas del proceso, pues se requieren de muchas inspecciones durante el proceso, prácticamente al final de cada etapa. En las etapas de Impresión se presenta demasiado re-trabajo debido a errores humanos y del equipo con el que se realiza.

Al analizar los resultados arrojados por las encuestas aplicadas a los directivos y las entrevistas que les realizamos nos pudimos percatar de una deficiente comunicación entre los diferentes niveles directivos. Por otro lado, en el área de suministros nos damos cuenta de que tienen buenos proveedores y que tienen un buen manejo de inventarios, sin embargo la fuerza de trabajo requiere mayor atención de su parte (motivación y capacitación)

Cuentan con gran cantidad de suscripciones a revistas y publicaciones para mantenerse al día en cuanto a las innovaciones tecnológicas en la industria manufacturera.

Desgraciadamente, al contar ECM con tres plantas y en la búsqueda del otorgamiento de las certificaciones de calidad, han dejado rezagada al área de la fabricación de los circuitos impresos rígidos en la planta 3 y ahora ésta requiere de cambios inmediatos y de planeación a futuro, preparándose para el crecimiento y no quedarse atrás en relación con las otras dos plantas y con sus competidores.

# CAPÍTULO III

## DISEÑO DEL SISTEMA PRODUCTIVO

## **DISEÑO DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

Una vez recopilada y clasificada la información de nuestra área de estudio en ECM, se logró realizar el diagnóstico industrial de ésta área a lo largo del capítulo I y II; y con base en estos datos pudimos hacer un análisis real y objetivo de la situación actual en la que se encuentra ECM en su planta 3, encontrando todas esas actividades que por alguna razón están mermando su productividad, además de ser causas del rezago de ECM en el mercado de los circuitos impresos rígidos.

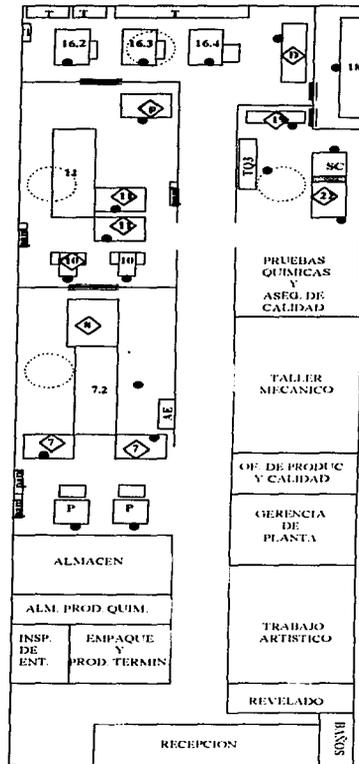
En este capítulo se diseña un sistema productivo, el cual se acoplará a los requerimientos de ECM y a las necesidades que le exigen sus clientes. Este sistema productivo cuenta con una nueva distribución de la planta, con una serie de mejoras en los procesos, la integración de nuevas tecnologías, entre otras mejoras.

### **III.1. NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

De acuerdo al estudio del proceso y con base en una serie de análisis que se muestran más adelante en las JUSTIFICACIONES se diseña la redistribución de la planta 3 de ECM. En ella se encuentra integrada la maquinaria que se sugiere para incrementar la capacidad instalada requerida, se logra un mejor aprovechamiento del espacio con el que cuentan, el sistema se hace más flexible a los cambios o expansiones futuras.

La distribución de la planta es parte sumamente importante dentro del diseño del sistema productivo, ya que con ella se puede optimizar tanto el proceso como la mano de obra y el manejo de materiales, brindando mayor ventilación y comodidad para todos.

Diseño del sistema productivo



## III.2. PROPUESTAS DE LA SOLUCIONES Y MEJORAS

A continuación se mencionan una serie de propuestas de mejoras en el proceso estudiado:

- Cambio de la distribución de la planta.
- Eliminar las etapas de precalentado y corte y las de lijado y enderezado.
- Adquirir con el proveedor los paneles cortados a la medida requerida.
- Colocar 2 ventiladores a la salida de la pulidora con la que ya cuentan.
- Mantenimiento preventivo adecuado de toda la maquinaria.
- Eliminar y/o vender la maquinaria muerta.
- Componer dentro de su mismo taller mecánico la secadora que se tiene parada y que se requiere después de la 3ª limpieza química.
- Instalar extractores en las áreas que representan mayor riesgo por la cantidad de compuestos químicos que se ocupan y en las que la temperatura se incrementa tanto que cause defectos en la materia prima y /o material en proceso.
- Incremento de la capacidad instalada, por medio del remplazo y la mejora de cierta maquinaria en determinadas etapas del proceso.
- Crear programas de motivación para los trabajadores, así como asignarles asientos ergonómicos para su actividad.
- Diseñar otro piso en las rejillas de 3ª limpieza química, con el fin de que se puedan acomodar 48 paneles en lugar de 24.
- Mejorar la comunicación de todos los niveles de la planta, pero principalmente en los niveles directivos, realizando juntas específicas para esta planta, ya que la tienen un tanto abandonada con respecto a las otras.

- Realizar un balance de líneas con el fin de que todo el proceso pueda trabajar a un mismo ritmo.
- Crear un Plan maestro de producción.
- Implementar el Sistema Kanban.

### **III.3. LIMITANTES**

Al tipo de producto que manejan, la maquinaria que necesitan es muy costoso, ya que requieren mucha precisión y una capacidad instalada muy por encima de la que tienen, por lo tanto la cantidad que tienen que invertir podría ser una limitante, sin embargo están muy consientes de que lo tienen que hacer si quieren permanecer en el mercado, además como se verá más adelante su recuperación es relativamente corta

Otra de las limitantes es la de cambiar la mentalidad de los niveles directivos con respecto a la fuerza de trabajo, ésta necesita mayor motivación y capacitación y más con las propuestas que hacemos, ya que deben estar sumamente involucrados en el cambio.

ECM como ya se ha explicado tiene tres planta dos de ella trabajan muy por encima de la planta 3 que han dejado rezagada, por lo tanto se requiere de un compromiso real y de énfasis en la acción, si quieren que esta planta alcance o supere el nivel de las otras. El Ing. Antonio Laguna, dueño de la empresa y director, esta muy desconectado de lo que sucede con los circuitos impresos rígidos, es un hombre con gran visión y mucha experiencia, pero no puede con las tres planta por ello se ha olvidado un poco de esta. Si delega responsabilidades, sin embargo la última palabra es dada por él y para el cambio que esta planta requiere, él necesita estar más involucrado.

Otra de las limitantes encontradas es la de la adquisición de toda la maquinaria propuesta, pues al ser esta en su totalidad de origen extranjero, su entrega después de ser pedida es de aproximadamente 8 semanas, sin embargo varía de acuerdo a la maquinaria y los proveedores.

El mantenimiento de la nueva maquinaria puede representar un problema, por que como ya se mencionó toda es de importación y dependerá del convenio realizado de ECM con sus proveedores, así como la capacitación para su uso y manejo tanto del responsable de la maquinaria en ECM como de los operarios que trabajan en ella.

Por otra parte es necesario crear contratos con los clientes por los que principalmente la planta se modificaría creando un compromiso mutuo a largo plazo que les permita recuperar la inversión y seguir creciendo con ellos. Para que nos tengan que volver a parar la planta por falta de pedidos como ya les sucedió. Para ello también se requiere tener un buen plan de mercadeo de contingencia, ya que no les conviene "casarse" con un sólo cliente, por que si este les falla tienen que parar.

### III.4. JUSTIFICACIONES.

#### ◆ Cambio de la distribución de la planta.

Para diseñar la nueva distribución de planta se analizaron ocho factores:

- Factor *material*, tomando en cuenta el diseño, cantidad, variedad, las operaciones necesarias y su secuencia.
- Factor *maquinaria*, incluyendo herramientas y el equipo de producción, sus dimensiones y utilización.
- Factor *hombre*, involucrando la mano de obra directa, supervisión y servicios auxiliares.
- Factor *movimiento*, abarcando todo el manejo de materiales.
- Factor *edificio*, las dimensiones del mismo, así como las instalaciones existentes, buscando la utilización efectiva de todo el espacio.
- Factor *espera*, incluyendo almacenamientos temporales y permanentes, así como esperas.
- Factor *servicio*, involucrando mantenimiento e inspección.
- Factor *cambio*, que engloba la versatilidad, flexibilidad y expansión que requiere esta planta.

De los cuales los más importantes en este caso son el factor *movimiento* y el factor *cambio*.

Para el primero buscamos eliminar los largos trayectos realizados, de modo que las máquinas se sucedan en el orden de las respectivas operaciones de fabricación; hallando un orden de las áreas de trabajo y equipo, buscando que sea económica y segura, permitiendo así visibilidad entre las mismas con fin de permitir su encadenamiento, suprimiendo almacenes intermedios, reduciendo el manejo de materiales, facilitando así el seguimiento de la producción. Con ello se elimina a el "comodin" que es un trabajador que tienen asignado única y exclusivamente a trasladar el producto en sus diferentes procesos por toda la planta, pudiendo transferirlo a una área donde dé valor agregado al producto.

Los recorridos largos y la falta de visibilidad entre actividades sucesivas provocan: dificultad para coordinar y controlar las mismas, lentitud, "comodines", inventarios intermedios, deficiencia en la circulación de la información y perder de vista los cuellos de botella. Una buena distribución de planta por sí misma nos ayuda a incrementar la productividad, pero además nos permite introducir el sistema Kanban y lograr la versatilidad, flexibilidad y expansión que el factor *cambio* requiere. Para definir y justificar la nueva distribución así como algunas otras propuestas, se utilizó un diagrama de relación (ver figura 4), que tiene por objetivo establecer las relaciones importantes entre varias combinaciones de dos operaciones, al mismo tiempo nos permite ver dónde tienen lugar los mayores movimientos de material. Se asignó un valor (2, 1, ó x) al volumen de movimiento.

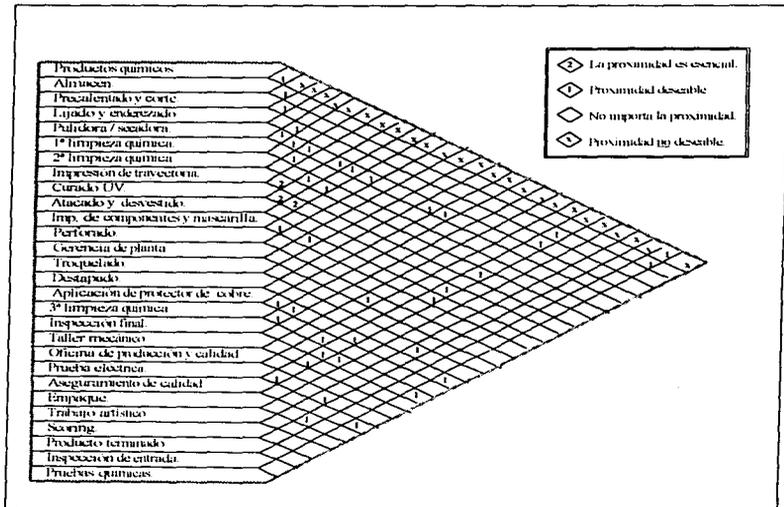


Figura 4. Diagrama de relación.

La nueva distribución se vio afectada por el factor *cambio*, que en este caso requiere incrementar la capacidad instalada a 4,500 paneles por turno, por los motivos que ya se explicaron, esto implica eliminar alguna de la maquinaria ya existente e introducir nueva maquinaria, la que en algunos casos trae integradas etapas del proceso que en el proceso actual se hacen por separado y en otros casos elimina ciertas etapas como lo son la 1ª y 2ª limpiezas químicas, así como las inspecciones.

- ◆ Eliminar y/o vender maquinaria muerta o en desuso, ya que tienen algunas máquinas que ya no utilizan y que solamente se encuentra ocupando lugar y estorbando áreas como es el caso de la prensa 1 de troquelado, y del área de impresión de trayectoria, donde hay una máquina de impresión que ya tampoco se utiliza, etc.
- ◆ Incremento de la capacidad instalada, por medio del remplazo y la mejora de cierta maquinaria en determinadas etapas del proceso.

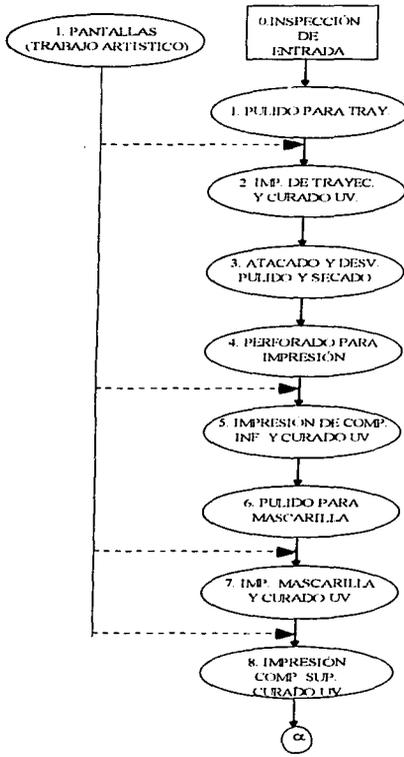
<b>Necesitan</b>	<b>Máquina</b>	<b>Parte del proceso</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Capacidad por máq. (paneles x turno)</b>
2	Ventiladores caseros.	Pulido	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocándolos a la salida de la máquina pulidora con que ya cuentan ayudan a que los paneles se terminen de secar por completo.</li> <li>✓ Se elimina a la persona que se dedica a secarlos con franja.</li> </ul>	-----
1	Máquina de pulido y secado marca Marseco mod. SS-16	Pulido para trayectoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada.</li> </ul>	3,124
1	Máquina de pulido y secado marca Marseco mod. SS-24	Pulido para impresión de componentes y mascarilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada.</li> <li>✓ Elimina recorridos.</li> </ul>	5,320

Necesitan	Máquina	Parte del proceso	Beneficios	Capacidad por máq. (paneles x turno)
2	Máquinas de impresión modelo E6940 Precision Screen Printer de la marca Elite Circuit Equipments	Impresión para trayectoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No requiere de la 1ª limpieza química.</li> <li>✓ Se elimina la inspección de trayectoria que representa un cuello de botella</li> <li>✓ Se elimina el error humano en la parte más importante de todo el proceso, actualmente se presenta muchos errores por cansancio debido a que el trabajo es muy pesado para la vista, los brazos y la espalda.</li> <li>✓ Con ello no existe re-trabajo.</li> </ul>	2,900
1	Máquina Chemcut de Atacado, Desvestido, Pulido y Secado de la marca Acotech U.S.A	Atacado-desvestido, secado y pulido	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es tres veces más rápida que la actual.</li> <li>✓ No requiere de pulidora-secadora a la salida de la máquina, ya que este proceso lo tiene integrado</li> </ul>	5,760
3	Camas de resortes Ram Cushion	Troquelado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada de cada prensa al doble.</li> <li>✓ Con ello se puede realizar el perforado en un sólo golpe y no en dos como actualmente se hace.</li> <li>✓ Se elimina el cambio constante de troqueles que representa paro por cambio de herramientas</li> </ul>	2,700

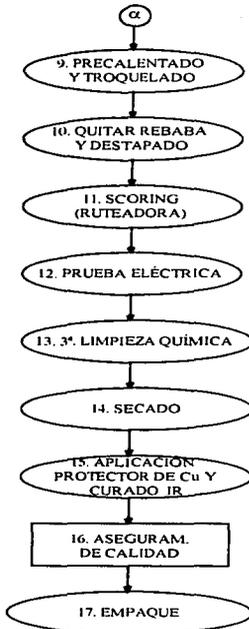
Necesitan	Máquina	Parte del proceso	Beneficios	Capacidad por máq. (paneles x turno)
4	Extractores de 100,000 micras x metro cuadrado con filtro de carbón	<ul style="list-style-type: none"> <li>① Impresión de trayectoria, atacado y desvestido.</li> <li>② Impresión de componentes y mascarilla.</li> <li>③ Aplicación de protector de Cu.</li> <li>④ Troquelado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se elimina del ambiente de trabajo una cantidad importante de compuestos químicos que afectan a los empleados.</li> <li>✓ Se disminuye la temperatura con lo que las materias primas y material en proceso no sufren modificaciones y trabajan normalmente.</li> </ul>	-----
2	Máquinas de impresión modelo E-6940 Precision Screen Printer de la marca Elite Circuit Equipments	Impresión de componentes y mascarilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mayor flexibilidad.</li> <li>✓ No requiere de la 2ª limpieza química.</li> <li>✓ Se elimina la inspección</li> <li>✓ Se elimina el error humano, actualmente se presenta muchos errores por cansancio debido a que el trabajo es muy pesado para la vista, los brazos y la espalda.</li> <li>✓ Con ello no existe re-trabajo.</li> </ul>	2,900
1	Máquina de prueba eléctrica con lector óptico.	Prueba eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada.</li> <li>✓ Mayor confiabilidad.</li> <li>✓ Se puede revisar al 100% tal como el cliente lo pide.</li> </ul>	6,800

Necesitan	Máquina	Parte del proceso	Beneficios	Capacidad por máq. (paneles x turno)
1	Máquina automática para la colocación del protector de cobre con especificación de 25 micras de espesor, de la marca Key International	Aplicación de protector de Cu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada.</li> <li>✓ Coloca exactamente la capa de protector de Cu necesaria para que el cliente soldé perfectamente.</li> <li>✓ Se elimina el error humano.</li> <li>✓ Se elimina la inspección final.</li> </ul>	6,459
1	Máquina perforadora Spartamics Electro-optical registration mod.83VMSA	Perforado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incrementa la capacidad instalada.</li> <li>✓ Mayor precisión.</li> </ul>	3,243
1	Máquina para destapado modelo M005 Brasil con banda y válvulas de aire.	Destapado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se elimina el error humano.</li> <li>✓ Por ser una máquina que trabaja con válvulas de aire se puede incrementar su capacidad calibrando dichas válvulas y la velocidad de la banda.</li> <li>✓ Se incrementa la capacidad actual.</li> </ul>	5,100

**Nuevo diagrama de flujo**

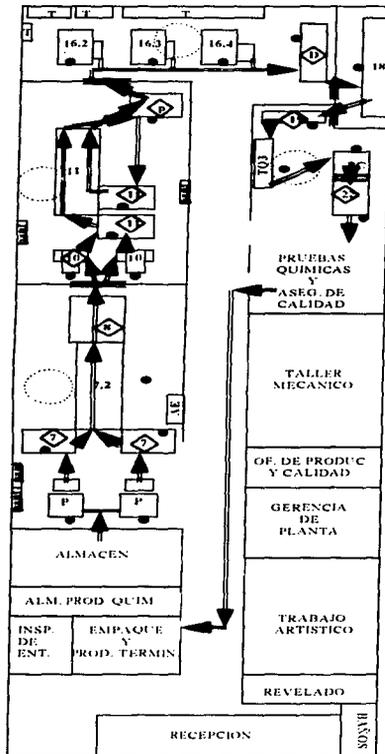


<b>Nueva Capacidad instalada (paneles x turno)</b>	
1.	6,248 de la máq. con que cuentan + otra nueva de igual capacidad
2.	5,800 con las dos nuevas impresoras.
3.	5,760 de la nueva máq. que también pule y seca.
4.	6,486 con la perforadora que tienen + la que se recomienda
5., 7. y 8.	Estas tres etapas utilizan la misma impresora y nunca se hacen las tres impresiones en un mismo panel, sólo se hacen dos cualesquiera de ellas, dependiendo del cliente, por lo que solamente se cambian las pantallas y se tiene una capacidad de 5,800 con las nuevas impresoras.
6.	5,320 Con la pulidora recomendada.



<b>Nueva Capacidad instalada (paneles x turno)</b>	
9.	Con los colchones de resortes en las tres prensas se tiene una capacidad de 8,100.
10.	Se tendría una capacidad de 6,700 con la maquina de destapado.
11.	La máquina con la que cuentan tiene una capacidad de 12,691
12.	Con la nueva máquina se pueden revisar 6,800.
13.	Colocando el otro piso en las rejillas, la capacidad se duplica, quedando en 6,212.
14.	Componiendo la secadora que tienen parada da 5,520.
15.	La nueva máquina aplica a 6,460 paneles el protector.
16.	Realiza un muestreo en las diferentes etapas del proceso por ello alcanza la capacidad de cualquiera de las etapas.
17.	Un trabajador empaqa 6,097 paneles.

Como se puede observar ahora el número máximo de paneles que se podrán producir por turno es de 5,320 que queda limitado por la pulidora.



◆ Nuevo diagrama de recorrido

Con la nueva distribución de planta y la maquinaria nueva que se recomiendan el recorrido de materiales queda de la forma mostrada. Los beneficios se pueden ver claramente, se eliminan los nudos que existentes por falta de otra pulidora en el área de impresión de componentes y mascarilla.

Se eliminan etapas del proceso que la nueva maquinaria no requiere así como las áreas de precalentado y corte, lijado y enderezado por que se sugiere adquirir los paneles ya cortados.

El manejo de materiales se reduce y se ve beneficiado, se elimina el "comodin" y las carretillas a mano de cuatro ruedas se sustituyen por los contenedores del sistema Kanban propuesto.

Todas las áreas quedan visibles. Así como cualquier problema que se pueda presentar, tanto en el proceso como en el manejo de materiales.

- ◆ Adquirir con el proveedor los paneles cortados a la(s) medida(s) requerida(s) con esto se eliminan las etapas de precalentado y corte y las de lijado y enderezado, los costos de materia prima se incrementan en forma mínima, y son compensados al eliminar dichas áreas y los problemas que estas presentan como lo son el enderezado y el corte ya que las máquinas que se utilizan para ello se necesitan estar calibrando constantemente, debido a que son máquinas muy viejas y se requiere de mucha precisión..
- ◆ Eliminar y/o vender la maquinaria muerta. Dentro de las instalaciones de ECM se encuentra alguna maquinaria obsoleta, al menos para ellos, que tienen arribada desperdiciando espacio y dinero.
- ◆ Implementar el Sistema Kanban. El cual se explica en el anexo A y se justifica por sí sólo, ofrece grandes beneficios, siendo sumamente simple de adoptar. La nueva distribución lo permite, ya que todas las áreas se encuentran visibles. Con el Kanban se encadenan todas las etapas del proceso y se jala el material que necesita cada operación de la operación anterior, con el fin de hacer sólo lo necesario, facilitando el control, reduciendo inventarios, con ello se ponen al descubierto los problemas.
- ◆ Crear programas de motivación y capacitación para los trabajadores, así como asignarles asientos ergonómicos para su actividad. La fuerza de trabajo es parte importante dentro del proceso productivo y hay que brindarle condiciones óptimas de trabajo para que puedan alcanzar mayor productividad, las sillas con las que cuentan ahora son muy incómodas y les provocan cansancio ajeno a la labor que realizan dentro del proceso, con lo que disminuye su rendimiento. Las encuestas que les aplicamos nos dejaron ver que les hace falta motivación, involucrarlos más. Todos los niveles de una empresa se deben sentir parte de ella, conocer sus objetivos para poder llegar a ellos. Requieren de mayor capacitación para conocer el proceso.
- ◆ Crear un Plan maestro de producción. Basándose en un balanceo de flujo, ya que la capacidad con la propuesta queda balanceada. Producir bajo programa, no ha como se requiera o como se vayan dando las cosas.
- ◆ Mantenimiento preventivo adecuado de toda la maquinaria, ya que en ocasiones por problemas con el equipo y maquinaria se tiene que parar la producción. Con un mantenimiento total se evitan paros no programados, se incrementa el tiempo disponible del equipo, así como su vida útil, se previenen las reparaciones costosas.

**III.S. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE LA INVERSIÓN**

Una vez realizadas nuestras propuestas de soluciones y mejoras para la planta 3 de ECM, nos toca enfocarnos a una de las partes más importantes de cualquier proyecto, que es la evaluación económica del mismo, ya que nos proporciona información acerca de la viabilidad económica.

CANTIDAD	EQUIPO	U.S.D.	M.N.
1	Máquina Scrubber de pulido y secado marca Marseco California U.S.A. modelo no. SS-24	\$20,000	\$160,000
1	Máquina Scrubber de pulido y secado marca Marseco California U.S.A. modelo no. SS-16	\$14,000	\$112,000
4	Máquinas de impresión modelo E-6940 Precision Screen Printer de la marca Elite Circuit Equipments	\$87,180	\$697,440
1	Máquina Chemcut de Atacado, Desvestido, Pulido y Secado de la marca Acotech U.S.A.	\$100,000	\$800,000
1	Máquina Perforadora marca Spartans Ltd. Electro Optical Registration, modelo no. 83-VM5A	\$35,000	\$280,000
3	Camas de resortes Ram Cushion para las tres prensas	\$22,500	\$180,000
1	Máquina de destapado con banda y aire a presión de marca MOOS Brasil	\$8,000	\$64,000
1	Máquina automática para la colocación de protector de cobre con especificación de aplicación de 25 micras de espesor de marca Key International	\$25,000	\$200,000
1	Máquina de prueba eléctrica de lector óptico	\$80,000	\$640,000
4	Extractores de 100,000 micras x metro cuadrado con filtro de carbón	\$16,000	\$128,000
	<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>\$407,680</b>	<b>\$3,261,440</b>
X	Cambios de lugar de maquinaria e instalación de los nuevos equipos	\$2,000	\$8,000
	<b>TOTAL:</b>	<b>\$409,680</b>	<b>\$3,269,440</b>

**III.5. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE LA INVERSIÓN**

Una vez realizadas nuestras propuestas de soluciones y mejoras para la planta 3 de ECM, nos toca enfocarnos a una de las partes más importantes de cualquier proyecto, que es la evaluación económica del mismo, ya que nos proporciona información acerca de la viabilidad económica.

CANTIDAD	EQUIPO	U.S.D.	M.N.
1	Máquina Scrubber de pulido y secado marca Marseco California U.S.A. modelo no. SS-24	\$20,000	\$160,000
1	Máquina Scrubber de pulido y secado marca Marseco California U.S.A. modelo no. SS-16	\$14,000	\$112,000
4	Máquinas de impresión modelo E-6940 Precision Screen Printer de la marca Elite Circuit Equipments	\$87,180	\$697,440
1	Máquina Chemcut de Atacado, Desvestido, Pulido y Secado de la marca Acotech U.S.A.	\$100,000	\$800,000
1	Máquina Perforadora marca Spartans Ltd. Electro Optical Registration, modelo no. 83-VM5A	\$35,000	\$280,000
3	Camas de resortes Ram Cushion para las tres prensas	\$22,500	\$180,000
1	Máquina de destapado con banda y aire a presión de marca MOO5 Brasil	\$8,000	\$64,000
1	Máquina automática para la colocación de protector de cobre con especificación de aplicación de 25 micras de espesor de marca Key International	\$25,000	\$200,000
1	Máquina de prueba eléctrica de lector óptico	\$80,000	\$640,000
4	Extractores de 100,000 micras x metro cuadrado con filtro de carbón	\$16,000	\$128,000
	<b>SUB-TOTAL:</b>	<b>\$407,680</b>	<b>\$3,261,440</b>
X	Cambios de lugar de maquinaria e instalación de los nuevos equipos	\$2,000	\$8,000
	<b>TOTAL:</b>	<b>\$409,680</b>	<b>\$3,269,440</b>

Cabe mencionar que tuvimos comunicación por medio de fax con proveedoras internacionales importantes, quienes nos proporcionaron información de las características de cada equipo, así como del funcionamiento; teniendo como resultado los costos de los equipos.

Todos estos equipos cuentan con una vida útil de entre los 15 y 20 años en general, pues es maquinaria muy moderna y eficiente que no tiene mucho de haber salido al mercado y garantiza con una adecuada operación y mantenimiento, tal vida útil.

## **RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Actualmente ECM en su planta 3 cuenta con una facturación de US\$15,000 mensuales, producto de su producción de 5,000 paneles semanales, o sea 20,000 al mes, con un solo turno al día.

Una vez implementadas nuestras propuestas se planea una producción diaria de 9,000 paneles diarios, trabajando dos turnos, lo que nos da como resultado un total de 180,000 paneles al mes o lo que es anualmente 2,340,000 paneles.

Actualmente sus costos directos de fabricación, los cuales incluyen materia prima, mano de obra directa e indirecta, materiales indirectos, costo de los insumos; son del orden de un 67% de su facturación; mientras que los costos fijos, dentro de los cuales están los costos de administración, costos de venta, costos financieros, cargos por depreciación y amortización de la maquinaria, entre otros son el 13%.

Basándonos en los datos anteriores, calculamos los costos anteriores, con la nueva implantación tecnológica y las mejoras propuestas, en donde se consideró que la aplicación del doble turno se compensa perfectamente con la reducción del personal que se realizará, por lo que sus costos de mano de obra no se alteran; además el incremento de US\$0.05 a cada panel, de US\$0.75 a US\$0.80, por la cuestión de eliminar las operaciones de precalentado y corte, lijado y enderezado; con estas consideraciones, entre muchas otras antes comentadas, se determinó un 69% de costos variables y un 15% de costos fijos. Dentro de estos últimos, para el cálculo del punto de equilibrio, se le adiciona el monto de la inversión propuesta.

Con estos datos se calcula el punto de equilibrio de la siguiente manera:

---

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA** 59

Los ingresos anuales están calculados como el producto del volumen vendido (anualmente) por su precio:

$$\text{Ingresos} = P \times Q$$

$$\text{Ingresos} = 2,340,000 \times \text{US\$}0.80$$

$$\text{Ingresos} = \underline{\text{US\$}1,872,000}$$

Se designa por costos fijos a CF, y los costos variables se designan por CV. En el punto de equilibrio, los ingresos se igualan a los costos totales:

$$P \times Q = CF + CV$$

pero como los costos variables siempre son un porcentaje constante de las ventas, entonces el punto de equilibrio ( $X_{PE}$ ) puede definir como el volumen de ventas determinado para que no existan ni pérdidas ni ganancias, y matemáticamente como:

$$X_{PE} = \text{costos fijos totales} / (\text{costos variables} / \text{volumen total de ventas})$$

donde:

CF = Monto de la inversión + Costos fijos de la producción anual

CF = US\$409,680 + (US\$1,872,000 x 15%)

CF = US\$409,680 + US\$280,800

**CF = US\$690,480**

CV = Costos variables de la producción anual

CV = US\$1,872,000 x 69%

**CV = US\$1,290,300**

$$X_{PE} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P \times Q}} = \frac{\underline{\text{US\$}690,480}}{1 - \frac{\underline{\text{US\$}1,290,300}}{\text{US\$}1,872,000}} = 2,222,070.754$$

$$X_{PE} = \underline{2,222,071 \text{ paneles.}}$$

Con esto podemos calcular en cuantos años es recuperada la inversión de la siguiente manera:

$$\frac{X_{PE}}{\text{Unidades por año}} = \frac{2,222,071 \text{ paneles}}{2,340,000 \text{ paneles por año}} = 0.9496 \text{ años}$$

= 11 meses 12 días  $\cong$  1 año

Como se observa la inversión se recupera a un año de haberse implantado, mucho antes de que termine la vida útil de los equipos, pues producirían 6 veces más de lo que ahora fabrican, con lo que podemos concluir que nuestra propuesta de inversión es muy recuperable a un no muy largo plazo y que posteriormente tendrán utilidades muy fuertes.

Los presupuestos de inversión de maquinaria, así como las tablas del estado financiero de ECM; fueron necesarios para determinar la justificación económica; actualmente en ECM están dispuestos a invertir, pues están conscientes de lo rezagados están quedando con respecto a la competencia internacional, lo que es un paso muy importante para que se pueda implantar esta propuesta, que resulta muy redituable y que los pone una vez más a competir dentro del mercado internacional.

# CAPÍTULO IV

## PLANEACIÓN DEL CAMBIO

## PLANEACIÓN DEL CAMBIO

Finalmente en este capítulo hablaremos de todos los aspectos que implican el implantar los cambios tecnológicos y las demás mejoras planteadas a lo largo de los anteriores capítulos.

Primeramente se requiere simplificar. Esto conduce a aproximar entre sí las máquinas existentes, a encadenar las operaciones de producción, a mejorar los flujos de materiales en las fábricas.

Reubicar las actividades (nueva distribución de la planta), pues una mala ubicación de estas resulta perjudicial para la eficiencia.

Esto es a menudo, el resultado de un crecimiento anterior poco controlado, pues raramente se construyen las fábricas teniendo en cuenta desde el principio el tamaño y la configuración definitivos. La extensión progresiva de actividades conduce a ir añadiendo nuevos equipos, sin que se aproveche para mover al mismo tiempo las máquinas existentes y optimizar el conjunto.

El objetivo a seguir es simple, se trata de *colocar uno al lado de otro los puestos de trabajo que efectúan operaciones sucesivas (sobre una misma pieza o producto).*

Los equipos modernos no pueden funcionar eficientemente si se encuentran en un ambiente en que existan riesgos aleatorios.

Querer introducir en medio de una fábrica tradicional un equipo sofisticado significa con frecuencia correr el riesgo de verlo parado, e incluso deteriorado, por piezas que le llegan sin tener una calidad perfecta, por las averías de las máquinas que deben alimentarlo, entre otras causas.

Si se comienza por simplificar se permite luchar en contra de todos esos riesgos aleatorios. pues mientras no se administre de una manera adecuada el funcionamiento de una fábrica con sus equipos tradicionales, es difícil que tenga éxito la puesta en marcha y el buen funcionamiento de los medio de alta tecnología.

La introducción de nueva maquinaria dentro de la planta es un proceso difícil y más aún cuando esta es de muy alta tecnología ya no solamente implica movimientos de la maquinaria con la que ya se cuenta sino un plan completo para recibirla, tomando en cuenta que la maquinaria es de importación y que se tardan al rededor de 8 semanas para integrarla por completo, se cuenta con un buen lapso de tiempo para preparar los espacios con base en la nueva distribución de planta propuesta así como preparar a la fuerza de trabajo para dicho cambio.

La fuerza de trabajo se debe preparar en diferentes aspectos uno de ellos es el que se podría llamar psicológico ya que se avecinan cambios en su forma de trabajo y el simple hecho de introducir tanta maquinaria, con tan buena tecnología puede crear en ellos un pésimo ambiente, pueden creer que esa tecnología puede llegar a reemplazarlos y con ello perder sus empleos (al menos no en este caso ya que la capacidad que se incrementa es muy grande se van a seguir requiriendo a los mismos 17 operarios que hoy en día laboran) lo cual causaría deficiencias en su labor, desmotivándolos por completo y oponiéndose a todo aquel cambio que se quiera hacer.

Estar preparados para el cambio, no es sólo en lo material si no en las actitudes a todos los niveles que conforman esta planta, para que toda esta inversión funcione como se desea. Integrar a todas y cada una de las personas que laboran en esta planta, informarla y orientarla hacia los nuevos objetivos, motivarlos, haciéndolos partícipes de ellos.

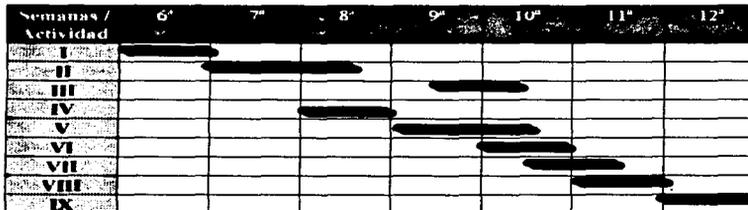
También se requiere de una etapa de capacitación tanto para manejar la nueva maquinaria como para introducir el sistema Kanban, ya que a pesar de ser muy simple debe de quedar perfectamente entendido por todos, mostrándoles los beneficios del mismo, como funciona, cual es su finalidad, etc. Dentro de este lapso se puede aprender el sistema así como crear los contenedores a utilizar. La capacitación también debe de enfocarse a la integración de la maquinaria con la que ya cuentan y que seguirá siendo parte del proceso con la nueva tecnología, el nuevo recorrido de los materiales y el nuevo diagrama de flujo de las operaciones, debido a que en algunos casos se eliminan etapas del proceso y otras se ven modificadas.

Dependiendo de los tiempos de entrega que marque los proveedores ya hecho el pedido se puede ver si es necesario parar toda la planta o se puede ir introduciendo alguna de esta dentro del proceso actual hasta quedar todas las máquinas que van a serlo, reemplazadas. Sin embargo se pretende comprar toda la maquinaria al mismo tiempo ya que todas tienen la misma prioridad.

También requieren crear nuevos manuales de procedimiento ya que en ECM no arranca ningún proceso hasta que estos queden realizados y estén al acceso de todos. Los manuales de manufactura se crearan ya que esté en marcha el nuevo proceso y la maquinaria, basándose en la nueva información, nuevos movimientos, etc.

A continuación se presenta un diagrama que nos muestra la manera en que se puede llevar a cabo la realización de todas las siguientes actividades, todas ellas después de hacer el pedido de la maquinaria propuesta:

- I.- Dar a conocer a los operarios los cambios, motivarlos a cooperar y sentirse integrados a él.
- II.- Redistribución de la planta.
- III.- Capacitar a los operarios a manejar la nueva maquinaria.
- IV.- Aplicación de un curso a los operarios sobre el sistema Kanban.
- V.- Llegada de la maquinaria e instalación de la misma.
- VI.- Integración de la maquinaria existente con la nueva.
- VII.- Etapa de pruebas de la integración de la nueva maquinaria.
- VIII.- Realización de pruebas con toda la maquinaria integrada.
- IX.- Puesta en marcha.



# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Actualmente las empresas se ven continuamente invitadas a invertir para preparar su futuro y crear empleos. Pero si invertir es importante, resulta todavía más indispensable invertir *bien*, realizando inversiones bien elegidas permitirán alcanzar productividad, competitividad y prosperidad futuras para la empresa; si eligen mal pueden ponerla en grave peligro.

La elección entre inversiones es un problema complejo, pues surgen diversas interrogantes, tales como: ¿hay que invertir en tecnologías experimentadas o en tecnologías nuevas? ¿Hay que invertir en otros ámbitos que los tecnológicos? ¿En cuales? ¿Debe considerarse como criterio principal una recuperación rápida, inferior a dos o tres años?, entre otras. Sin embargo con nuestra propuesta se realiza en menos de un año, a pesar de que es una inversión muy fuerte, pero sumamente necesaria, ya que se trata de permanecer o no en el mercado de los circuitos impresos rígidos, y ya que su intención es realizar esta inversión, nuestra labor consistió en proponer que es lo que deben hacer y justificarlo, basándonos en toda la información obtenida y descrita en el capítulo I.

Las propuestas que hacemos arrojan un sistema muy flexible tanto en la distribución de la planta como en el proceso y la maquinaria.

Alguna de la maquinaria propuesta queda algo sobrada, pero para el tipo de maquinaria y especificaciones que ellos requieren fueron las capacidades más adecuadas que encontramos con los proveedores, sin embargo esto les permite que en caso de querer crecer aún más, solo se requiera comprar cierta maquinaria para balancear a la nueva capacidad, como es el caso de la nueva máquina pulidora, la cual nos limita la producción a 5,320 paneles por turno y que puede ser ayudada comprando otra de menor capacidad. Todo esto es en lo que respecta a la tecnología.

Por otro lado la fuerza de trabajo tendrá que capacitarse para poder trabajar con la nueva tecnología y se tendrán que crear planes de motivación, así como involucrarlos en el nueva etapa, con el fin de que no se opongan a ella y la conozcan, pues lo desconocido provoca temor y consecuentemente una baja de productividad.

Requieren crear nuevos manuales de procedimientos y de producción, para las auditorías que les realizan sus propios clientes y para las certificaciones de calidad. En dichos manuales deben integrarse las nuevas propuestas con el resto de las funciones ya existentes en la planta.

Finalmente podemos concluir que todo este estudio realizado nos da como resultados en ECM:

- La optimización de los espacios físicos con la nueva distribución de la planta.
- Se logra una integración total con la nueva distribución, ya que se integra a los hombres, materiales, equipo, servicios y demás actividades de la mejor manera.
- Se logra tener la capacidad requerida por ECM para satisfacer las demandas de sus clientes.
- El número de etapas en el proceso se reduce con las propuestas, incrementando su calidad y eliminando las inspecciones de impresiones y la final.
- Aseguramiento de calidad se limitará a la inspección por muestreo y no al 100% como lo estaba haciendo inspección final.
- Agilizar, con maquinaria moderna, operaciones que para los operarios resultaban muy repetitivas y cansadas y que con las nuevas máquinas adquieren mayor rapidez, precisión y seguridad, cosa que en éste tipo de procesos resulta indispensable.
- Se eliminan los cuellos de botella en el manejo de materiales y el las inspecciones así como sus consecuencias.
- Se reduce sus desperdicios de materia prima de un 2% que tienen actualmente a prácticamente un 0%.
- Se eliminan los desperdicios de los espacios mal utilizados o sin uso.
- Se provoca un encadenamiento de todas las áreas.
- Se produce solamente lo que demandan sus clientes.
- Se genera una gran flexibilidad en todos los aspectos.
- ECM aumenta en forma considerable su participación en el mercado de circuitos impresos rígidos, logrando su objetivo principal **ganar dinero**.
- Con todo lo realizado durante el desarrollo de los cuatro capítulos presentados se logra el objetivo de esta tesis: **aumentar la productividad y lograr la satisfacción de ECM así como la de sus clientes, e incrementar su participación en el mercado.**

**LISTA DE ABREVIATURAS  
DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y EL DIAGRAMA DE RECORRIDOS**

**TQ1** - primer tratamiento químico  
**TQ2** - segundo tratamiento químico  
**P** - máquina pulidora  
**pant** - pantallas de impresión  
**AE** - agua de emergencia  
**apq** - almacén de productos químicos  
**SD** - secadora descompuesta  
**pq** - pruebas químicas  
**T** - troqueles  
**E** - esmeril  
**TQ3** - tercer tratamiento químico  
**md** - mesa de destapado  
**mif** - mesa de inspección final  
**mac** - mesa de aseguramiento de calidad  
**SC** - secadora compuesta  
**e** - área de empaque

 - extractores

 - máquina nueva "x" propuesta, correspondiente a el área dónde se localiza.

**GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO**

**conveyor** - es una banda transportadora de material común integrada a la máquina  
**gauges** - plantilla dispositivo para comparar que el panel tenga las características requeridas

**Scrubber** - nombre que se le da a la máquina de pulido

**Master** - dispositivo para comparar con una medida específica los paneles

**Text fixture** - nombre de un dispositivo de la máquina de prueba eléctrica

**pistas** - serie de impresiones que se realizan en los paneles, que al final serán lo único que quede de cobre en el panel

**isla** - sección pre-determinada para realizar una perforación guía

**componente** - impresión que se realiza en las dos caras del panel y que contiene los diagramas de las pistas y diversas anotaciones

**lig** - dispositivo de la máquina de la prueba eléctrica que sirve para la sujeción del panel en esta.



# ANEXOS

**Anexo A.**

**SISTEMA KANBAN**

Este sistema sirve para gestionar la producción simultánea de dos diferentes etapas dentro del proceso de fabricación de un producto, así como los suministros de materia prima.

Sus principales objetivos son:

- K** No producir nada sin autorización (tarjeta o alguna otra señal preestablecida).
- K** No producir piezas más que cuando se necesiten.
- K** Controlar el nivel de productos en curso.
- K** Mover sólo con autorización (tarjeta o alguna otra señal preestablecida).
- K** Evitar cualquier interrupción de la producción de una etapa del proceso por falta de material.

Estos objetivos tienen como consecuencia el encadenamiento de todas y cada una de las etapas dentro del proceso, reduce inventarios con esto todos los problemas se hacen visibles, facilita el control y la toma de decisiones, se produce sólo lo necesario.

Kanban en japonés significa *tarjeta* que es la señal utilizada para mover o producir material, en la práctica se pueden utilizar diferentes tipos de señales además de estas, pueden ser señales como focos, colores, contenedores, marcas o cuadros dibujados en el piso o mesa que se encuentre entre dos etapas, etc. cualquier señal que sirva como "estafeta" entre etapas consecutivas.

El "flujo kanban" opera de la siguiente forma:

El operario de la etapa 2 requiere material, así que lleva una tarjeta de movimiento al operario de la etapa 1, este la cuelga a un contenedor, descolándole la tarjeta de producción y la coloca en el tarjetero. Dicha tarjeta lo autoriza a producir más material para llenar otro contenedor, mientras que el operario de la etapa dos se

lleva el contenedor con la tarjeta de movimiento colgada (lleva el material que necesitaba). El operario de la etapa 1 produce el material para llenar el nuevo contenedor, colocándole la tarjeta de producción que lo autorizó a producirlo. Estos pasos se realizan y repiten dentro de todo el proceso en las diferentes etapas del mismo, pero ahora en lugar de llamarse etapa 1 y etapa dos son etapa anterior y etapa posterior, para cubrir las todas. Mientras no haya tarjetas no se produce o mueve nada.

El contenedor puede ser una caja, carrito, etc. de cualquier material que nos permita mover en forma estándar las piezas a producir. Todos los contenedores deben ser iguales para poder mover y producir el mismo número de piezas y tener un buen control de lo que se esta produciendo. El contenedor estándar debe ser llenado siempre con un número determinado de piezas. El tamaño, tipo y capacidad del contenedor se establece dependiendo del tipo de producto que se haga, la demanda diaria promedio y el número de piezas que se deseen manejar por contenedor.

**Número de contenedores standard total a llenar (NC):** Estos tienen que ser determinados con respecto a la demanda promedio diaria y la capacidad del contenedor estándar a utilizar. El cual se elegirá por el tipo de producto.

$NC = \text{Demanda promedio diaria} / \text{capacidad del contenedor.}$

**Cantidad de contenedores estándar que puede producir una estación (CE):** Para ello se toman en cuenta los tiempos de ciclo (horas/contenedor), el tiempo entre ordenes (horas/contenedor) y el margen de seguridad para una jornada, que es el tamaño del Stock de seguridad en cada estación (TS) (contenedores estándar).

$$CE = \left\lfloor \frac{60 \text{ min.}}{\text{tiempo entre ordenes} + \text{tiempo de ciclo}} \right\rfloor + TS$$

**Número de Kanbans por etapa:** El número de Kanbans se determina con el número de contenedores estándar total a llenar, la cantidad de contenedores estándar que pueden producir una etapa y el tamaño del stock de seguridad.

$$\text{Número de Kanbans por etapa} = \left\lfloor \frac{NC}{CE} \right\rfloor + TS$$

El número de Kanbans nos da el control sobre la cantidad de contenedores que se requieren llenar para cubrir la demanda promedio diaria, es la cantidad de ciclos ( quedado cada uno representado por una tarjeta) que hay que autorizar para producir sólo lo que se necesita.

<b>Producción</b>	<b>Etapas:</b>
Modelo No. _____	
Tarjeta: _____	
Capacidad _____	
Contenedor _____	

*Kanban de producción.*



*Contenedor con Kanban.*

<b>Movimiento</b>	<b>De etapa:</b>	<b>A etapa:</b>
Modelo No. _____		
Tarjeta: _____		
Capacidad _____		
Contenedor _____		

*Kanban de movimiento.*

Los contenedores con Kanbans nos permiten tener un control del nivel de inventario en proceso, se crea una mayor flexibilidad, pudiendo hacer ajustes en línea.

Los beneficios que brinda el Kanban son:

- ✓ "Jalar" en lugar de "empujar" la producción.
- ✓ Forma una cadena con todas las etapas del proceso.
- ✓ Se evitan los desperdicios.
- ✓ Permite controlar el nivel de inventario en proceso.

- ✓ Todos los problemas se vuelven visibles.
- ✓ Reduce los plazos de producción.
- ✓ Debido a que es un sistema "jalar" no hay obstrucción de la visión.
- ✓ El "jalador" adquiere mayor control sobre el proceso y la dirección del mismo.
- ✓ El sistema jalar crea un compromiso de todas las áreas para trabajar uniformemente, con lo que se ven forzadas a mejorar, ya que puede su labor altera a todo el proceso.
- ✓ Se produce sólo lo necesario, basándose en un plan de producción con respecto a la demanda promedio diaria.

Como puede verse al iniciar la jornada de trabajo se comienza "empujando", pero esto se hará sólo una vez, debido a que la línea debe ser alimentada, es decir, al iniciar labores todos van a tener tarjetas de movimiento y de producción en espera que van a irse satisfaciendo conforme la línea se llene, para posteriormente comenzar a "jalar" durante el resto de la jornada.

Encuesta para operarios

1.- ¿Conoce los objetivos de la empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

2.- ¿Se siente parte de dichos objetivos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

3.- ¿Se siente motivado para trabajar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

4.- ¿El ambiente laboral es favorable para su buen desempeño?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

5.- ¿Le brinda confianza la actitud de su jefe?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

6.- ¿Las ideas o propuestas de los trabajadores son tomadas en cuenta?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

7.- Su área de trabajo es adecuada y/o cómoda en:

	Si	No	En ocasiones
Espacio	_____	_____	_____
Iluminación	_____	_____	_____
Mobiliario	_____	_____	_____
Limpieza	_____	_____	_____

8.- ¿Existe buena relación con sus compañeros?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

9.- ¿Cuales considera usted que son los principales problemas en la etapa del proceso en la que usted participa?

---

---

10.- ¿Cualquier problema a quién se lo comunica? \_\_\_\_\_

11.- ¿Cuándo se presenta algún problema es atendido rápidamente?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

12.- ¿La empresa cuenta con normas y equipo de seguridad para su protección?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

13.- ¿Usa el equipo de seguridad que se le proporciona?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

14.- ¿Durante el último año ha sufrido lesiones o accidentes de trabajo?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

---

---

Encuesta para operarios

15.- ¿Considera que su equipo o material de trabajo es el adecuado para su tarea?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

16.- ¿Se le proporciona el equipo y material suficiente en:

Cantidad? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

Calidad? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

17.- ¿Participa en actividades socio-recreativas en su empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

18.- ¿Para usted que es "Calidad Total"? \_\_\_\_\_

19.- ¿Considera que lo que se produce en la empresa se hace con "Calidad Total"?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

20.- ¿Por falta de material en proceso tiene que dejar de trabajar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

21.- ¿Por problemas con el equipo, material, maquinaria o herramientas la producción tiene que parar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

22.- ¿Asiste a cursos de capacitación en la empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_ No hay \_\_\_\_\_

23.- ¿Se presenta retraining con frecuencia?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

24.- ¿Conoce la importancia de su actividad para el producto terminado?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No sé \_\_\_\_\_

25.- ¿Sabe quienes consumen el producto terminado?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ En ocasiones \_\_\_\_\_

26.- ¿Que sugerencias y/o quejas le daría a la empresa? \_\_\_\_\_

Gracias por su colaboración.

Anexo B

**MEDIO AMBIENTE**

**A) Desarrollo Tecnológico.**

1.- ¿Cuenta con algún medio de información que lo tenga al tanto de cualquier avance técnico en su área?

No \_\_\_\_\_

Sí _____	Revista	_____
	Periódico	_____
	Informes o estudios	_____
	Otros	_____

¿Cuál? \_\_\_\_\_

**B) Desarrollo Económico.**

2.- ¿De la misma forma tiene información de tipo económico para mantener al tanto a su empresa del alza de precios, especulación, acaparamiento de productos, etc.?

No \_\_\_\_\_

Sí _____	Organismos gubernamentales	_____
	El propio mercado	_____
	Informes externos	_____
	Alguna cámara o Asociación	_____
	Otros	_____

¿Cuál? \_\_\_\_\_

**C) Interrelación con el medio.**

3.- ¿Tiene información de empresas que tienen el mismo giro o realizan la misma actividad productora?

No \_\_\_\_\_

Sí _____	¿Qué información?	Localización	_____
		Horario	_____
		Mercado que abarcan	_____
		Influencia sobre su misma clientela	_____
		Avances tecnológicos o vanguardistas	_____
		Número de empleados	_____
		Capacidad instalada	_____
		Número de empresa	_____
		Participación en el mercado	_____

**Encuesta de análisis factorial**

4.- ¿Hubo alguna intervención del gobierno en la localización de su empresa?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- ¿De que servicios públicos dispone?

	Si	No
Agua	_____	_____
Drenaje	_____	_____
Alumbrado Público	_____	_____
Vigilancia	_____	_____
Limpia	_____	_____

¿Ha tenido problemas con el suministro?

	Si	No
Agua	_____	_____
Drenaje	_____	_____
Alumbrado Público	_____	_____
Vigilancia	_____	_____
Limpia	_____	_____

6.- ¿Cuenta con los medios de comunicación para el funcionamiento de su empresa?

	Suficientes	A veces	Insuficientes
Teléfono	_____	_____	_____
Transporte	_____	_____	_____
Comunicación	_____	_____	_____
- entre locales	_____	_____	_____
- entre empleados	_____	_____	_____

7.- ¿Influye de alguna manera la cercanía o lejanía de su empresa con la clientela?

No \_\_\_\_\_

Si _____	la cercanía _____	la lejanía _____	¿En qué porcentaje?	15% _____
				30% _____
				60% _____
				80% _____
				otro _____

8.- ¿Tiene alguna relación de sus fuentes de abastecimiento (donde comprar sus productos)?

No \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_

¿Qué uso les da?

\_\_\_\_\_

**PRODUCTOS Y PROCESOS**

1.- ¿Realiza muestreos por variables y por atributos de sus materias primas?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

2.- ¿Es aplicable el concepto de "Calidad Total" en la elaboración de sus productos?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

3.- ¿Cuenta con algún control de calidad para su producto terminado?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

4.- ¿Se capacita o se ha capacitado al personal sobre "Calidad Total"?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

5.- El éxito de sus productos se ha caracterizado por su:

	Si	No
Precio	_____	_____
Calidad	_____	_____
Distribución	_____	_____
Otros	_____	_____

¿Cuáles?

---



---

6.- ¿En porcentaje, qué cantidad aproximada es rechazada por el cliente?

Menos del 2% \_\_\_\_ Del 2-5% \_\_\_\_ Del 5-10% \_\_\_\_ No hay rechazos \_\_\_\_

7.- ¿En porcentaje, qué capacidad instalada es aprovechada durante la semana?

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
Menos del 30%	_____	_____	_____	_____	_____
Del 30-50%	_____	_____	_____	_____	_____
Del 50-70%	_____	_____	_____	_____	_____
Del 70-90%	_____	_____	_____	_____	_____
Más del 90%	_____	_____	_____	_____	_____

8.- ¿Qué cantidad de su materia prima total es desechada?

Menos del 4% \_\_\_\_\_ Del 4-7% \_\_\_\_\_ Del 7-10% \_\_\_\_\_ Del 10-15% \_\_\_\_\_  
 Más del 15% \_\_\_\_\_

9.- ¿Qué uso se dispone a esa materia prima desechada?

	Si	No
Reciclaje	_____	_____
Separación de material	_____	_____
Venta	_____	_____
Ninguno	_____	_____
Otro(s)	_____	_____

¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

### CONTABILIDAD Y ESTADÍSTICA

1.- ¿De que manera se llevan los registros contables de la empresa?

Interna \_\_\_\_\_ Externa \_\_\_\_\_

2.- ¿Con qué frecuencia se realizan estudios financieros?

Diariamente \_\_\_\_\_  
 Semanalmente \_\_\_\_\_  
 Quincenalmente \_\_\_\_\_  
 Mensualmente \_\_\_\_\_  
 Bimestralmente \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_\_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

3.- ¿Son auditados por algún despacho?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.- ¿Se elaboran gráficas que muestren el comportamiento de las ventas y de los costos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**DIRECCIÓN**

1.- ¿Cuáles son los objetivos de la empresa? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2.- ¿En qué porcentaje se cumplen dichos objetivos?

Menos del 40% \_\_\_\_\_ Del 40-60% \_\_\_\_\_ Del 60-80% \_\_\_\_\_ Del 80-95% \_\_\_\_\_  
 Más del 95% \_\_\_\_\_

3.- ¿Se elaboran gráficas donde se discutan resultados globales de la compañía en sus diferentes áreas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.- ¿Con que frecuencia se revisan y discuten las gráficas, así como la evaluación de las tendencias y establecimiento de medidas correctivas y nuevos objetivos?

Diaria \_\_\_\_\_  
 Semanal \_\_\_\_\_  
 Quincenal \_\_\_\_\_  
 Mensual \_\_\_\_\_

5.- ¿En que porcentaje su actual control y evaluación de sus estadísticas lo ayudan a tomar buenas acciones o decisiones?

Menos del 30% \_\_\_\_\_  
 Del 30-50% \_\_\_\_\_  
 Del 50-75% \_\_\_\_\_  
 Del 75-90% \_\_\_\_\_  
 Más del 90% \_\_\_\_\_

6.- El comportamiento del flujo de caja lo revisa:

Diariamente \_\_\_\_\_  
 Semanalmente \_\_\_\_\_  
 Quincenalmente \_\_\_\_\_

Encuesta de análisis factorial

7.- ¿Se elaboran presupuestos de ventas y gastos?

No \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_ ¿Con que frecuencia o periodos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Días  
\_\_\_\_\_ Semanas  
\_\_\_\_\_ Meses

8.- ¿Se ha hecho alguna planeación estratégica en su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

9.- ¿Se han establecido políticas en su empresa para estimular al personal?

No \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

10.- ¿Existe delegación de mando (autoridad)?

No \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál (es)? \_\_\_\_\_

11.- Se selecciona a la persona que se delega algún tipo de autoridad. Con base en:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12.- ¿De que medios de comunicación disponen el Director General y mandos intermedios para dar y recibir información de sus subordinados?

Escrita \_\_\_\_\_  
Verbal \_\_\_\_\_  
Ambas \_\_\_\_\_  
Ninguna \_\_\_\_\_

13.- ¿Fomenta actividades socio-recreativas en su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Anexo C

---

**FINANCIAMIENTO**

1.- ¿Cuáles son sus principales formas de financiamiento? \_\_\_\_\_

---

2.- ¿Se realizan programas predeterminados para los créditos que se obtengan?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.- ¿Se han obtenido los resultados esperados?

No \_\_\_\_\_

Si \_\_\_\_\_ ¿En qué porcentaje? Menos del 30% \_\_\_\_\_  
Del 30-50% \_\_\_\_\_  
Del 50-75% \_\_\_\_\_  
Del 75-90% \_\_\_\_\_  
Más del 90 % \_\_\_\_\_

4.- ¿Dispone el director o gerente de pronósticos de ventas e inventarios, elementos que le permitan prever la situación de la empresa a futuro?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**SUMINISTROS**

1.- ¿Tiene registros de los proveedores de sus materias primas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2.- ¿Cuenta con un catálogo de proveedores de todos sus insumos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.- ¿Tiene problemas con la calidad de sus materias primas?

No \_\_\_\_

Sí \_\_\_\_

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.- ¿Qué tipo de control de inventarios lleva?

UEPS \_\_\_\_\_

PEPS \_\_\_\_\_

Prom. Ponderados \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

5.- ¿El sistema de colocación y distribución de materiales en su almacén facilita los procesos de su empresa?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

6.- ¿Tiene algún control de entradas y salidas de material?

No \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

7.- ¿Se presentan agotamientos de materia prima?

No \_\_\_\_

Sí \_\_\_\_

¿Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MEDIOS DE PRODUCCIÓN**

1.- ¿Se han realizado estudios para determinar el flujo de materiales en el proceso?

	Sí	No
Demoras	_____	_____
Distancias recorridas	_____	_____
Lugares de almacenamiento	_____	_____

2.- ¿Se han realizado algún tipo de estudios para saber si el equipo para manejo de materiales es el adecuado?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3.- ¿El edificio ocupado es el adecuado para la actividad que realiza?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

4.- ¿Su equipo es técnicamente adecuado para su actividad?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- Existen registros actualizados de:

	Sí	No	No sé
Equipo existente	_____	_____	_____
La antigüedad	_____	_____	_____
Depreciación	_____	_____	_____
Costos de mantenimiento	_____	_____	_____

**FUERZA DE TRABAJO**

1.- ¿Se han efectuado estudios de motivación al personal de su empresa?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Se han pensado realizar? \_\_\_\_\_

2.- ¿Sabe como son los sueldos de sus empleados en relación con los de la competencia?

No \_\_\_\_\_

Si \_\_\_\_\_ Mayores \_\_\_\_\_  
Iguales \_\_\_\_\_  
Menores \_\_\_\_\_

3.- ¿Cuenta con algún tipo de sistema para evaluar a sus empleados en su desempeño?

No \_\_\_\_\_

Si \_\_\_\_\_ ¿Cuál \_\_\_\_\_

4.- Influye en :

	Si	No
Salario	_____	_____
Incentivo (Productividad)	_____	_____
Ninguno	_____	_____
Otro	_____	_____

¿Cuál? \_\_\_\_\_

5.- ¿Cuenta con normas de seguridad para protección de sus empleados?

No \_\_\_\_\_

Si \_\_\_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

6.- ¿Como se selecciona y contrata al nuevo personal?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7.- ¿Se lleva un control de ausentismo del personal y sus causas?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8.- ¿Existen descripciones de puesto de todos los trabajadores?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

9.- ¿En que forma se describe el trabajo que debe realizar cada uno de los trabajadores?

Verbal \_\_\_\_\_ ¿Por quién (es)? \_\_\_\_\_

Escrita \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

### ACTIVIDAD PRODUCTORA

1.- ¿Cuenta con algún problema de producción?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2.- ¿Actualmente que capacidad instalada utiliza? \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

3.- ¿Conoce la capacidad total de producción de su empresa? (cantidad total máxima que puede ser producida en determinado tiempo).

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.- ¿Dispone de registros que indiquen el tiempo que se tarda un trabajador en realizar su trabajo?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5.- ¿Cuenta con tiempos estándar de producción? (máquinas y personas).

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6.- ¿Compara tiempos reales contra tiempos estándar?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

---

## Encuesta de análisis factorial

7.- ¿Existe algún responsable para planear y organizar la producción?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8.- ¿Qué se toma como base para asignar la carga de trabajo al personal?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9.- ¿Lleva control de lo que produce?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10.- ¿Cuenta con un Plan Maestro de Producción?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## COMERCIALIZACIÓN Y MERCADEO

1.- Las tendencias de venta han sido:

A la alza \_\_\_\_\_  
A la baja \_\_\_\_\_  
Se han mantenido \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_

2.- ¿Utiliza algún sistema de publicidad?

Si \_\_\_\_\_ ¿Cuál (es)? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ ¿Porqué? \_\_\_\_\_

---

**Encuesta de análisis factorial**

3.- ¿Realiza encuestas de servicio al cliente?

Sí  ¿Cada cuánto? \_\_\_\_\_

No  ¿Porqué? \_\_\_\_\_

4.- ¿Qué factor cree que influya en el incremento de sus ventas?

Precio

Calidad

Distribución

Valor agregado

Otro

¿Cuál? \_\_\_\_\_

5.- ¿Y que factor cree que disminuya tal incremento?

Precio

Calidad

Distribución

Valor agregado

Otro

¿Cuál? \_\_\_\_\_

**Gracias por su colaboración**

## BIBLIOGRAFÍA

- **DIAGNOSTICO INDUSTRIAL**  
Agustín Montaña G.  
Editorial Trillas, México 1978
  - **EL ANÁLISIS FACTORIAL**  
Alfred W. Klein y Nathan Gravinsky  
Sexta edición  
Banco de México, S.A., México 1976
  - **JUSTO A TIEMPO Y CALIDAD TOTAL**  
Principios y aplicaciones  
Gustavo Gutiérrez G.  
Ediciones Castillo, México 1994
  - **EN BUSCA DE LA EXCELENCIA INDUSTRIAL**  
JUST IN TIME, las nuevas reglas de la producción  
Pierre Béanger  
CDN Ciencias de la Dirección, S.A.  
Editorial Limusa , México 1994
  - **INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Métodos, tiempos y movimientos  
Benjamin W. Niebel  
Tercera edición  
Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de C.V., México 1995
  - **DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**  
Ordenación racional de los elementos de producción industrial  
Richard Muther  
Editorial Hispano Europea, S.A., México 1981
  - **MANEJO DE MATERIALES**  
John R. Immer  
Editorial Hispano Europea, S.A., México 1983
  - **EVALUACIÓN DE PROYECTOS**  
Análisis y administración del riesgo  
G. Baca Urbina  
2ª Edición  
Editorial McGraw-Hill, México 1992
-