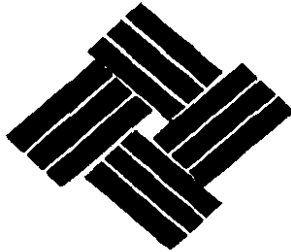


881217  
23  
29

# UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



## OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE MANGUERAS PARA FRENOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA INDUSTRIAL)  
P R E S E N T A  
**FERNANDO SALAZAR GONZALEZ**

MEXICO, D. F.

1988



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.

OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA  
ENSAMBLADORA DE MANGUERAS PARA FRENSOS

-- INDICE --

	PAGINA
ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS	7
ALCANCES	8
<b>CAPITULO I</b>	<b>INTRODUCCION A LA FILOSOFIA DEL "JUSTO A TIEMPO"</b>
1.1	Inicios 10
1.2	Descripción 14
1.2.1	Principios del "Justo a Tiempo" 15
1.2.2	Siete puntos ocultos de simplicidad 15
1.3	Algunos resultados y trabajos hechos 16
1.4	Beneficios del "Justo a Tiempo" 19
<b>CAPITULO II</b>	<b>EL ALCANCE DEL "JUSTO A TIEMPO"</b>
2.1	Alcance general 21
2.1.1	Lado duro 21
2.1.1.1	Tecnología de grupos 21
2.1.1.2	Módulos de manufactura 24
2.1.1.3	Area de recibo y almacén 26
2.1.1.4	Flujo de materiales 28
2.1.1.5	Cambios de partes 30
2.1.2	Lado suave 37
2.1.2.1	Entrenamiento 37
2.1.2.2	Control de calidad 37
2.1.2.3	Programación 40
2.1.2.4	Mantenimiento preventivo 51
2.1.2.5	Responsabilidad del trabajador 52
2.1.2.6	Control de inventarios 55
2.1.2.7	Organización 55
2.1.2.8	Programa con los proveedores 56
<b>CAPITULO III</b>	<b>INTRODUCCION AL DISEÑO E INSTALACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCTIVIDAD</b>
	60

<b>CAPITULO IV</b>	<b>ORGANIZACION</b>	
	4.1 Organigrama actual de la compañía	63
	4.1.1 Organigrama actual del área de producción	64
	4.1.2 Organigrama actual del área de mantenimiento	65
	4.1.3 Organigrama actual del área de control de calidad	66
	4.2 Organigrama propuesto	67
	4.3 Guía básica para los operadores	68
	4.4 Responsabilidad del líder de equipo	69
	4.5 Recomendaciones a futuro	72
<b>CAPITULO V</b>	<b>DISEÑO DE MODULOS</b>	
	5.1 Descripción del producto, de sus componentes y del proceso original	76
	5.2 Estudio de la tecnología de grupos	82
	5.3 Diseño de módulos y recomendaciones	86
	5.4 Recomendaciones generales	103
<b>CAPITULO VI</b>	<b>CAMBIOS DE PARTES</b>	
	6.1 Requerimientos para los cambios de parte	106
	6.2 Procedimiento general de cambios de partes	107
	6.3 Tiempo de cambio de parte por módulos	109
	6.4 Ejemplo de un análisis de cambio de parte	110
	6.5 Recomendaciones generales	113
	6.6 Mejoras por máquina	115
<b>CAPITULO VII</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
	7.1 Procedimiento de análisis de problemas	134
	7.2 Procedimiento de mantenimiento correctivo	136
	7.3 Procedimiento de mantenimiento preventivo	138
	7.4 Listas a checar y formas	141
	7.5 Recomendaciones generales	150
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>BENEFICIOS</b>	
	8.1 Reducción de mano de obra	153
	8.2 Reducción de espacio	155
	8.3 Reducción de inventario en proceso	157
	8.4 Otros beneficios	161

BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE GRAFICAS Y CUADROS

			PAGINA
GRAFICA	1.1	Comparación de la exportación de E.U.A vs. Japón	13
CUADRO	1.1	Comparación de programas de productividad en diferentes compañías	16
CUADRO	1.2	Comparación de productividad en plantas de prensas	17
CUADRO	1.3	Plantas ensambladoras de automóviles	17
CUADRO	1.4	Rotación de inventarios en compañías automotrices	17
CUADRO	1.5	Instalación del Justo a Tiempo en una compañía	18
GRAFICA	2.1	Cambio de un molde de inyección a presión (Antes)	34
GRAFICA	2.2	Cambio de un molde de inyección a presión (Después)	36
CUADRO	5.1	Explosión de materiales	79
CUADRO	5.2	Matriz de tecnología de grupos	83
CUADRO	5.3	Distribución de números de parte en los módulos y cantidad de turnos a trabajar	85
GRAFICA	6.1	Dobladora de tubo: cambio del doblador	116
GRAFICA	6.2	Dobladora de tubo: cambio de herramienta	118
GRAFICA	6.3	Remachadora de tubo: cambio de guía	120
GRAFICA	6.4	Fijador de abrazadera: cambio de herramienta	122
GRAFICA	6.5	Segundo ensamble: cambio de herramienta	124
GRAFICA	6.6	Remachadoras de cople: cambio de guía y dados punzonadores	126
GRAFICA	6.7	Máquina de prueba de fuga: ajuste de longitud	128
GRAFICA	6.8	Máquina de prueba de fuga: cambio de boquillas	130



## INDICE DE FIGURAS

		PAGINA
2.1	El alcance del Justo a Tiempo	22
2.2	Flujo orientado al producto	23
2.3	Módulo de manufactura	25
2.4	Forma tradicional de almacenar	27
2.5	Flujo de materiales, y diagrama tradicional de una planta	29
2.6	Diagrama modelo de una planta	31
2.7	Programa de educación y entrenamiento	38
2.8	Forma tradicional de control de calidad	39
2.9	Control de calidad después del Justo a Tiempo	41
2.10	Sistema de empujar	42
2.11	Período de programación	44
2.12	Programación - Carga uniforme en la planta	45
2.13	Programación - Reducción del lote de producción	46
2.14	Programación - Producción en base a mezcla de modelos	47
2.15	Programación	49
2.16	Sistema de jalar	50
2.17	Mantenimiento de equipo	53
2.18	Supervisión por ojo (Visibilidad)	57
5.1	Letras de identificación en las mangueras	77
5.2	Diagrama original de la planta	81
5.3	Tecnología de grupos - Diagrama de flujo para formar los módulos	87
7.1	Flujo general de Mantenimiento Preventivo	133



## INDICE DE DIAGRAMAS Y FORMAS

	•		PAGINA
DIAGRAMA	5.1	Módulo #1	87
DIAGRAMA	5.2	Módulo #3	88
DIAGRAMA	5.3	Módulo #2	90
DIAGRAMA	5.4	Módulos #4 y #5	92
DIAGRAMA	5.5	Módulo #6	94
DIAGRAMA	5.6	Módulo #11	95
DIAGRAMA	5.7	Módulos #7 y #8	97
DIAGRAMA	5.8	Módulo #7 (Con expansor de aire)	98
DIAGRAMA	5.9	Módulo #8 (Con expansor de aire)	99
DIAGRAMA	5.10	Módulos #9 y #10	100
DIAGRAMA	5.11	Módulo #9 (Con expansor de aire)	101
DIAGRAMA	5.12	Módulo #10 (Con expansor de aire)	102
FORMA	6.1	Hoja de análisis de cambios de parte	112
FORMA	7.1	Requisición de trabajo de mantenimiento	142
FORMA	7.2	Reporte de tiempos perdidos	143
FORMA	7.3	Mantenimiento preventivo. Checklist diario (mecánico)	144
FORMA	7.4	Mantenimiento preventivo. Checklist diario (mecánico)	145
FORMA	7.5	Mantenimiento preventivo. Checklist diario (producción)	147
FORMA	7.6	Historial de reparaciones	149

## ANTECEDENTES

Uno de los pueblos que ha logrado altos resultados en productividad ha sido Japón; éstos se han dejado sentir en el mercado internacional, causando estragos principalmente en Estados Unidos, tales como: su déficit comercial, debilitamiento en el dólar, desempleo por las importaciones y la desaparición de su dominio en el comercio internacional.

Hasta ahora, se atribuía el éxito Japonés a factores como: mano de obra barata, nuevas instalaciones fabriles después de la postguerra, la alta productividad por trabajador. Sin embargo, es evidente que sus técnicas de la administración de la producción son las más eficientes y que con esto tienen productos competitivos a nivel mundial.

Este pueblo ha tenido que superar una gran desventaja: su escasa superficie territorial. Viven en un país aproximadamente del tamaño de California y el 80% de éste es montañoso. Han aprendido a cultivar cada parcela de arroz en sus tierras planas. Han aprendido a vivir en grandes complejos departamentales de cuartos pequeños, en pequeñas casas o en pequeñas parcelas de tierra. Es por eso que no es sorprendente que hayan aprendido a producir grandes volúmenes de productos a pesar del hecho de que no pueden contar con grandes almacenes para tener un amplio inventario. Han tenido que alcanzar posiciones de inventarios mínimos, adoptando políticas tales como: definir la existencia de inventario como una desventaja; viendo el inventario en mano como una colección de problemas y de causas malas.

Los sistemas tradicionales de la administración de la producción están basados en grandes almacenes y no se puede operar sin ellos. En este caso los almacenes son irremplazables y necesarios para funciones tales como:

- 1.- Puntos de transferencia y distribución: las partes son producidas en grandes cantidades y entregadas al almacén. El almacén toma pequeñas cantidades y entrega éstas al área de ensamble.
- 2.- Detener: las partes son producidas antes de tiempo y son detenidas en el almacén. La producción antes de tiempo puede ser causa de una carga en el proceso dispareja en departamentos individuales, o causa de una demanda no usual por parte de las áreas de ensamble.
- 3.- Factor de seguridad: las partes son requeridas en el almacén para cubrir la mala programación o las entregas tardías.

Para desaparecer la existencia de inventarios, hay que eliminar la necesidad de los almacenes en términos de estas funciones consideradas irremplazables en la forma de producción tradicional.

## Filosoffa

---

Hay diez puntos primordiales que cubren la filosoffa del Justo a tiempo, cada uno de éstos tiene que enfocarse de una manera particular pero tendiendo hacia el mismo objetivo: cero inventarios. Cubriendo cada punto se llega a tener un mejor control de la producción aumentando su productividad y reduciendo sus costos, por lo que los beneficios son inmediatos. Estos puntos son los siguientes:

### Paso 1 - Mínimos lotes de ensamble

---

La clave en este sistema de producción es el alcanzar el tamaño de lote económico más pequeño, por ejemplos: cinco automóviles o cien motocicletas con el mismo número de modelo y opciones. Trabajando con un tamaño mínimo de lote de ensamble permite a los obreros producir diferentes modelos durante el transcurso del día, reduciendo así la monotonía y aburrición de sus trabajos.

Acercándonos más a este punto se descubre que con un estándar de un tamaño mínimo de lote se puede usar una cantidad por contenedor estándar, entregas estándares de cantidades y más adelante una entrega directa al punto en que se usa este material.

Para surtir entregas directas, muchas compañías Japonesas tuvieron que construir sus plantas con lados abiertos, para que así los camiones puedan surtir las piezas cerca del punto de uso, y cargar producto terminado al final del proceso de manufactura.

### Paso 2 - Carga Uniforme en la Planta

---

Ya que se haya instalado el mínimo lote de ensamble, el siguiente punto es alcanzar en todos los procesos una carga diaria uniforme. Así, si 200 autos de un modelo específico tienen que ser producidos durante un mes, 10 serán ensamblados cada día. Y cada proceso que alimenta a la línea final de ensamble producirá su material diario para satisfacer la demanda de 10 autos. No todas las compañías en Japón han alcanzado una completa carga uniforme. Estas compañías están recurriendo al MRP computarizado (Planeación de Requerimientos de Materiales), este sistema les ayuda a remediar sus problemas.

### Paso 3 - Redes de trabajo con maquiladores

---

La mayoría de las compañías Japonesas tienden menos a la integración vertical y dependen más en subcontratar redes de trabajo. Las usadas son de dos tipos: especialistas funcionales y dependientes totales de productores. Un buen ejemplo del especialista funcional es Stanley Electric quien produce sistemas eléctricos para la mayoría de la Industria Automotriz. Los especialistas funcionales son capaces de alcanzar un menor costo debido a grandes volúmenes y mejor calidad y esto debido a su especialización en ingenieros y en gente talentosa en la producción.

Los dependientes totales de subcontratos son generalmente pequeñas plantas, en que su producción consiste en pequeños componentes para una sola compañía grande. De las 240,000 corporaciones manufactureras en Japón, 180,000 tienen menos de 30 empleados. Y la mayoría de éstas son controladas muy de cerca por las grandes ensambladoras. Las maquiladoras son controladas por las compañías grandes como si estas fuesen en sus propias plantas.

#### Paso 4 - Entregas Justo-a-tiempo

Si una planta ensambladora va a producir un modelo cada día y no cuenta con almacenes ni excesos de inventarios y tiene puesta su confianza en sus maquiladores, éstos deberán entregar el material "justo a tiempo". Bajo este concepto de la administración de la producción, toda la materia prima como subensambles de maquiladores que constituyan al producto terminado, tienen que ser producidos como si se elaboraran en la misma línea de ensamble. Además, las actividades de producción del ensamble final son conectadas como si fueran cadenas al siguiente proceso o a los maquiladores bajo un programa de entregas diarias (en ocasiones hasta cuatro entregas por día) para crear producción justo a tiempo en todos los productos y partes.

#### Paso 5 - Cero desviación en el programa

La administración de producción entiende que las operaciones actuales de manufactura envuelven cambios minuto a minuto cuando las líneas están corriendo, por lo que se requiere una programación con una base dinámica. También entienden que sin inventario de existencia de seguridad, una entrega retrasada de cualquier parte significa una línea de ensamble parada. De este modo, se tiene que adoptar el concepto de más-menos cero cambios en el programa. Bajo este concepto, la programación del día es cubierta en ese mismo día. Si el programa no es cubierto al final de la jornada, los trabajadores se quedan hasta finalizar el programa del día, y en el caso contrario, si terminan antes de finalizar la jornada se van a casa mas temprano. Esto por supuesto, es una simplificación del concepto, la cual depende en la lealtad del trabajador a través del tiempo que ha durado de obrero.

#### Paso 6 - Reducción en cambios de partes

Las entregas diarias directas de las partes a las líneas de ensamble, en contenedores estándares y conteniendo relativamente pequeñas cantidades de partes, requiere una forma de producir de una unidad de un producto en el momento que se requiera. Esto sería muy costoso; pero por ejemplo, el cambio de parte para un cofre y una defensa en la operación de estampado en una típica planta automotriz Americana se lleva 6 horas. En Suecia y Alemania Occidental se lleva sólo 4 horas, en una planta Japonesa se ha reducido el tiempo de cambio de parte en esta operación a sólo 12 minutos. En los programas Japoneses de reducción en cambios de parte se usan varias técnicas, incluyendo la revisión de la herramienta para incluir los puntos de

calibración eliminando los costos por errores al ajustar, preparación de equipo y herramienta fuera de la línea, etc. Obviamente, se necesitan métodos ingeniosos de ingeniería para cumplir esta tarea.

#### Paso 7 - Tecnología de Grupos

Es natural en la administración de la producción Japonesa organizar las facilidades de la planta en base a la tecnología de grupos para dar soporte al concepto de entregas justo a tiempo. Esencialmente, la tecnología de grupos es el proceso de agrupar una serie individual de máquinas con diferentes funciones para así permitir sus operaciones, de una manera similar a una línea de ensamble. La organización de una planta debe ser orientada al producto, con todas las operaciones necesarias en un grupo para producir ese producto. Las compañías Americanas se han rezagado a comparación de los Japoneses en adoptar la tecnología de grupo, probablemente por el esfuerzo y el costo requerido para hacer el cambio de una tecnología funcional donde las mismas operaciones se realizan dentro de un departamento, el producto es movido de un departamento a otro antes de ser terminado.

La tecnología de grupos es una herramienta primordial para los cambios de parte y la eficiencia en producción. Y finalmente es el primer paso antes de la automatización y robotización de una planta. No está por demás decir que los Japoneses consideran esto como un paso importante para dirigirse y alcanzar "Cero inventario".

#### Paso 8 - Operaciones sobrepuestas

La mayoría de las plantas manufactureras corren sus operaciones con grandes lotes de producción, es decir cuando se corre un lote en una operación se tiene que terminar ese lote para pasar a la siguiente operación. Bajo estas circunstancias, el ciclo mínimo de producción consistirá en el tiempo total de corrida de ambas operaciones. Bajo la organización de tecnología de grupos, se puede notar las operaciones sobrepuestas. En la mayoría de los casos, las operaciones sobrepuestas son logradas por pequeños "codos mecánicos" los cuales toman la parte en cuestión y la transportan a la operación siguiente, donde es colocada correctamente. Los Japoneses han alcanzado un alto grado de automatización a través de la tecnología de operaciones sobrepuestas, y a simple vista se puede ver que hay partes enteras de producción y operaciones de subensambles que se realizan sin la intervención humana.

#### Paso 9 - Mantenimiento Preventivo Total

Con las facilidades de las maquiladoras y multipantallas operando como una continua línea de ensamble no se puede tolerar una descompostura por largo tiempo en un equipo. Por lo que se requiere un mantenimiento preventivo total y rápidas composturas para fallas. Programas regulares de mantenimiento preventivo y programas de reemplazo tienen que ser aplicados vigorosamente. Además, cuando una condición anormal llega a suceder en la línea de producción, la línea entera para, y todos los trabajadores como las áreas de soporte de producción atienden al equipo parado y al obrero de esa operación. El

Japonés cree que es importante que individualmente cada obrero tenga el derecho y la responsabilidad de poder parar el proceso porque:

1) Ellos respetan a los trabajadores de la planta, y  
 2) Enfocan la atención en la responsabilidad del trabajador como en el resto del grupo para tener su equipo en las mejores condiciones de trabajo.

#### Paso 10 - Sistema de flujo sincronizado

El último paso para alcanzar la cumbre de lo imposible es el proveer un sistema de planeación y control de producción que ayude a mantener el flujo del proceso de producción de una manera sincronizada. Este sistema de control de producción es en parte manual y en parte automatizado. Este sistema tiene diferentes nombres en cada compañía pero el término estándar puede ser sistema de flujo sincronizado. Como se notó anteriormente, el concepto básico del sistema es que todos los componentes que hagan un producto terminado sean procesados como si se movieran en una línea de ensamble continua. Bajo este concepto de movimiento ideal, el sistema de flujo sincronizado es el transporte que conecta todos los procesos. El sistema hace posible que se cumplan los esfuerzos por obtener un bajo costo de producción asumiendo que cualquier cosa en demasía, tal como equipo, material, partes y trabajadores son innecesarios y éstos sólo aumentan el costo de producción. El sistema también permite que el trabajador desarrolle todas sus capacidades por medio de una constante participación de ideas y mejoras tanto en la línea como en su propia estación de trabajo.

Los datos básicos para este sistema son los mismos en todas las plantas del mundo, tales como: lista de explosión de materiales, archivos maestros de partes, ruta de datos, datos de proveedores, etc. Siendo diferente el sistema y la habilidad para generar programas de entregas diarias en base semanal para todas las subplantas, la habilidad de tratar a sus maquiladoras como si fueran parte de la planta de la compañía.

#### Beneficios

En realidad, se obtiene más beneficio al cubrir cada uno de estos puntos que en sí el alcanzar el nivel de cero inventarios.

Considerando que la meta original es la de minimizar el inventario, los acontecimientos a lo largo del camino han sido substanciales en términos de reducción de mano de obra e incremento en la utilización del equipo.

Los Japoneses empezaron con ventajas de menores inventarios, costos indirectos más bajos, menor mano de obra directa y mejor utilización de máquinas. Ellos aumentaron más factores tales como: (1) una meta económica nacional de empleo total dando soporte el gobierno, sindicatos y sectores privados, (2) una conjunta carrera de caballeros, con muy pocos recursos naturales exceptuando el de gente energética, (3) organización en base a comités, consensos y comunicación en vez de autoridad por jerarquías, y (4) respeto por la persona como individuo. Esta combinación es una gran fuerza competitiva difícil de vencer.

## Reto

Primero que nada, las compañías manufactureras deben darse cuenta del hecho de que los Japoneses han alcanzado técnicas superiores en la administración de la producción.

En segundo término, deben abrir los ojos a las oportunidades que se presentan al hacer una programación más precisa, al eliminar el inventario en proceso y los tiempos de cambio de parte innecesarios. Es fácil declararlo como "un imposible". Es difícil hacer los grandes cambios requeridos para irse acercando a la perfección en la manufactura.

En tercer término, las compañías manufactureras deben cambiar su forma de pensar; deben situarse en el presente y avanzar de nuevo con esta técnica de producción. Ya varias compañías en Estados Unidos han adoptado estos conceptos. Algunos ejemplos son:

1.- Se ha tratado muy duro en desarrollar una carga uniforme en las plantas. Pero como siempre, varias compañías tienden a ensamblar grandes cantidades para evitar los cambios de parte y han hecho muy poco para desarrollar cargas uniformes en la planta reduciendo los tamaños de lote de producción.

2.- Por varias décadas, La industria automotriz en EUA ha sido líder trabajando conjuntamente con sus proveedores por medio de programas de entrega en vez de órdenes de compra para minimizar el inventario y promover entregas a tiempo. Aparte de la industria automotriz, son pocas las compañías que han seguido con estas prácticas, algunas de estas han tenido éxito usando computadoras en línea con los proveedores, a los cuales se les manda el programa de producción a mediano plazo, sirviéndoles esto como programa de producción. Pero la gran mayoría sigue usando las órdenes de compra.

3.- En 1960 fueron discutidos extensos conceptos teóricos de tecnología de grupos en EUA. Actualmente algunas compañías líderes han revisado sus diagramas de planta y los flujos de acuerdo a estos conceptos.

4.- Las operaciones sobrepuestas han sido un éxito en las compañías que las han probado. Por ejemplo, una comparación de dos plantas de Hallmark una con un ciclo de producción de 8 a 12 semanas, mientras la otra bajo a 2 semanas debido a operaciones sobrepuestas.

Desafortunadamente, cuando se comparan los ejemplos anteriores de manufactura sincronizada en las plantas de EUA con el uso general de sistemas de flujo sincronizado en Japón, se llega a estas conclusiones:

1.- Japón va muy adelante.

2.- Las compañías de EUA deben tratar de alcanzarlo por medio de una revisión y cambio en el flujo de materiales y en la forma de administrar la producción.

**OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA  
ENSAMBLADORA DE MANGUERAS PARA FRENOS**

**OBJETIVOS**  
-----

El principal objetivo de esta tesis, es el de mostrar una manera nueva de producir, y mas que una manera una filosofía que se arraiga en la simplicidad, buscando la flexibilidad en las plantas para que éstas sean capaces de responder oportunamente a los cambios de sus demandas y con esto llegar a ser mas competitivas en sus mercados.

Actualmente ('87) se está viviendo una crisis en el campo industrial donde el más fuerte se come al débil, y donde métodos tradicionales de manufactura hacen más difícil el progreso, llegando a obstruir los rendimientos que anteriormente se tenían.

Es por esto que este programa de productividad (Justo a tiempo, o manufactura sincronizada, o producción sin inventario) con raíces Japonesas, es de las mejores opciones para hacer que una planta industrial sea mas competitiva, esta filosofía es muy diferente a la tradicional, ya que se enfoca en sacar a flote los problemas de manufactura, en vez de ocultarlos con grandes inventarios.

Esta tesis cuenta con dos capítulos técnicos, donde se muestra la teoría del programa de Justo A Tiempo, tratando de ejemplificar al máximo, para su fácil entendimiento. Los otros capítulos de la tesis tratan sobre un caso práctico en una planta maquiladora donde se realizó un diseño e instalación de algunos puntos críticos de este sistema; tocando los siguientes puntos:

- Organización
- Flujo de materiales
- Creación de módulos
- Estudio sobre la reducción de cambios de parte
- Programa de mantenimiento preventivo

El último capítulo muestra los resultados y los beneficios tangibles más importantes, ilustrando algunos de estos.



OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA  
ENSMABLADORA DE MANGUERAS PARA FRENOS

ALCANCES

Seis puntos son el corazón del plan de productividad Justo A Tiempo, éstos ayudan a mejorar tanto la productividad como la calidad del producto.

Esta metodología y técnicas son las guías para el diseño e instalación del programa Justo A Tiempo:

- Reducción en el tiempo de cambio de partes.
- Diseño del proceso de máquinas.
- Diseño del proceso de ensamble.
- Diseño del flujo de materiales.
- Programa del proveedor.
- Plan maestro de toda la planta.

Revisando estos puntos, rediseñándolos en base a los objetivos del plan de productividad, e instalándolos se llega a un producto más competitivo. Al concluir la instalación del programa de productividad se mostrarán beneficios tangibles tales como:

- Reducción de espacio de manufactura en la planta.
- Reducción de inventario en proceso.
- Reducción de mano de obra.

Por medio de estos resultados se llega a mejorar la productividad en una compañía, ya que se reducen considerablemente costos de producción, otro punto benéfico es de que la forma de controlar el producto es más directa, ya que se reduce más del 90% el inventario en proceso, dando esto lugar a que sólo se tiene en inventario en proceso el material con el que se está trabajando y si llega a haber algún problema en el proceso se puede determinar rápidamente donde se originó dando una acción correctiva al instante, si el proceso fuera por departamentos se tendrían lotes de material defectuoso sin saber cuándo empezó el problema y que tanto material hay que retrabajar o deshechar.

El alcance de la tesis es el de describir las áreas básicas que cubre el programa de productividad del justo a tiempo, ejemplificando éste, con un diseño e instalación en una planta ensambladora de mangueras para frenos.

**CAPITULO I**

**INTRODUCCION A LA FILOSOFIA DEL JUSTO A TIEMPO**

### 1.1 INICIOS

Después de la Segunda Guerra Mundial, la compañía de motores "T", en Japón, recibió un permiso del Cuartel General de la armada del gobierno de Estados Unidos para manufacturar automóviles y camiones. El propósito era reconstruir la compañía.

En esos tiempos, la compañía sólo contaba con facilidades de producción para tiempos de guerra siendo la productividad muy baja. De acuerdo al Cuartel General del gobierno Americano, la productividad en Japón era un octavo de la americana. En esos tiempos las condiciones de la industria Japonesa eran deprimentes.

A pesar de esto, esta compañía empezó produciendo 800 camiones al mes, era muy difícil mantener este margen debido a las pésimas condiciones de ese tiempo. Cuando ésta fue capaz de producir de 800-1000 camiones al mes, estos eran difícilmente vendidos debido a las condiciones de los negocios e industrias en Japón. Como resultado, la compañía tuvo una crisis en su administración. Pero no cedieron a sus ambiciones de éxito en la industria automotriz.

Tenían que aumentar su productividad ocho veces. El poder de compras podía ser limitado si continuaban produciendo 1,000 camiones del mismo modelo (camiones de 4 toneladas) cada mes. Así que se dedicaron a hacer diferentes modelos de autos, diversificando la producción en base a lotes pequeños. Por ejemplo, tenían que producir 1,000 vehículos al mes incluyendo camiones de cuatro toneladas, camiones de una tonelada, carros chicos y algunos carros de transporte de pasaje. Mientras tanto, en Estados Unidos se usaban los métodos de producción en masa de un solo modelo a un bajo costo; el sistema Ford, ya había sido desarrollado, Japón no podía adoptar este sistema. La compañía "T" tuvo que empezar a desarrollar su propio sistema de producción de autos de bajo costo y alta calidad, para poder aumentar su productividad más de ocho veces. De otro modo, la industria automotriz Japonesa no iba a ser capaz de sobrevivir. Si se adoptaban los mismos métodos que Europa y Estados Unidos sería muy difícil de competir contra ellos, por lo que la única posibilidad de sobrevivencia en la industria era el desarrollar su propio sistema de producción.

En el inicio (1945-1950), esta compañía trató diferentes métodos para producir eficientemente varios modelos de automóviles usando a los mismos trabajadores y facilidades existentes. Fue muy difícil ya que se encontraron con mucha resistencia por parte de los obreros, y además no había un ejemplo modelo en Japón o en cualquier otro lado para seguirlo. Se trató de automatizar las facilidades existentes, por lo que la organización de las máquinas en la planta se tuvo que cambiar varias veces, cada máquina era movida varias veces en varios años. El propósito del sistema era el de mejorar el proceso de producción coordinando al obrero y a las máquinas; aumentaron la variedad en sus modelos así como la cantidad de producción. Las ventas en los meses fluctuaban mucho para los diferentes modelos, esto los forzó a enfocarse a cambiar su estilo de programación.

En ese entonces, los procesos de manufactura eran de una forma

tradicional, diversificados. En el futuro esperaban más diversificación en sus modelos, aumentar su producción, y una mayor fluctuación de ventas. Esto significaba que el sistema tradicional de producción y el de control de inventarios serían un obstáculo para la productividad debido al aumento en materiales. El aumentar los inventarios requería de grandes almacenes para cubrir las instrucciones complicadas de producción. Analizando estos puntos, tenían que diseñar un nuevo sistema completamente diferente a los tradicionales. Se decidió mover a un lado las instrucciones de producción e inventarios. Esta idea requería un cambio completo en la forma de pensar y en la forma de producir. Estas premisas fueron el principio del desarrollo del sistema de producción "Justo-A-Tiempo".

Al principio la gente Japonesa no era buena en el control de producción y trataba de cubrir sus problemas y defectos con un mejor control de inventarios. Por un tiempo se tendió a preferir trabajar con grandes lotes de producción que con pequeños lotes. Se llevó bastantes años para que cambiaran sus procedimientos existentes de proceso, de almacenes intermedios, y almacenes de recibo.

La primera reforma con la que se empezó fue la de cambiar el flujo de producción, transporte y entregas. En el nuevo sistema, un proceso tomaría las partes que necesitara de los procesos anteriores y para éstos, esto significaría una orden de producción (Sistema de Jalar).

En cuanto se recibían órdenes de producción y programas, lo primero que se hacía, era inmediatamente planear un programa de producción diario de los diferentes modelos.

En 1955, para hacer un cambio de molde se tardaban de dos a cuatro horas. En este tiempo la producción era de 5,000 vehículos al mes, se tenían que hacer cambios para treinta moldes diferentes en una prensa. Incluso si se doblaba la cantidad de maquinaria, más de diez tipos de moldes tenían que ser cambiados por máquinas. Por lo que si se quería reducir el tamaño de lote y la cantidad en existencia, los tiempos en los cambios de parte tenían que ser reducidos. Al fin, con un gran esfuerzo, fueron capaces de reducir sus cambios de parte en moldes a 10 minutos. En 1973 fueron capaces de reducir más tiempo.

Si control de producción no se lleva adecuadamente, el control de inventarios es imposible; por lo que no es verdad, el decir que si se lleva bien control de inventarios, control de producción no debe tener problemas. La idea de Kanban (en Japonés: tarjeta) se originó con la idea de: 'Si control de producción se llevara perfectamente no sería necesario llevar un control de inventarios'.

(1)

---

(1) Taiichi Ohno, Conferencia Internacional de Mejora en la Productividad y Calidad, pág. 3

Cerca ya de los últimos 30 años la compañía "T" ha recopilado y ensamblado diferentes ideas de varias fuentes combinándolas con su propia manera de pensar para crear la producción sin inventarios. Se desconoce el origen de varias ideas, pero el Sr. Ohno, que generalmente es considerado como el padre de este sistema, dice que muchas de sus primeras ideas fueron influenciadas por los conceptos de integración de ensambles de Henry Ford. Existe una versión en la que se dice que el sistema de control de producción se originó de observar a los compradores en los supermercados de Los Angeles.

La mayoría de las ideas de bajo stock en producción fueron hechas de los años 1960 a 1972 en dicha compañía. Al ver los competidores de ésta en la industria automotriz los formidables resultados que estos obtenían, empezaron a trabajar en su propia versión del sistema - usando diferentes nombres para éste. Como quiera, Kanban se ha usado como nombre genérico del sistema total.

En 1973, cuando fué la primera crisis petrolera mundial, la compañía vió que estaba dentro de sus intereses el difundir el sistema hacia sus proveedores, para que éstos adoptaran el nuevo sistema de producción. También vieron que era un deber nacional el instruir a las demás compañías en el sistema para así mejorar la capacidad industrial Japonesa y así poder retener su posición competitiva en el mercado mundial. Por lo que este sistema se está propagando de la industria automotriz Japonesa hacia otras industrias. Por 1980, los competidores de Japón se han dado cuenta de que tienen que buscar un método para mejorar sus operaciones en producción para así ser más competitivos.

En la gráfica 1.1 se puede ver como ha aumentado la penetración de la exportación Japonesa a Estados Unidos al año 1986.

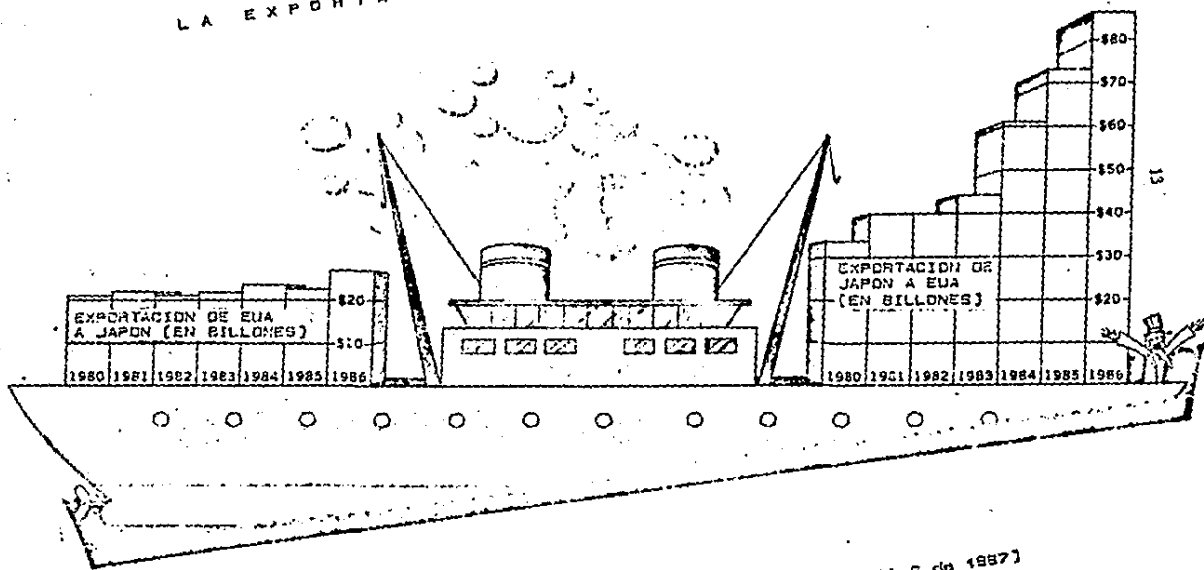
Este sistema se empezó a propagar a finales de 1970 en la industria automotriz. Varias compañías están en diferentes fases de su instalación. Algunas de ellas han podido poner en práctica casi todas las ideas que envuelven al sistema. Otras han luchado al implementar algunos de estos conceptos, y algunos otros nada más han bajado sus inventarios un poco.

Muchos de ellos empezaron a adoptar este sistema por el temor de sobrevivencia.

No todas las historias han tenido éxito. El bajo stock en producción no es una extensión natural de la cultura Japonesa en general, o de una cultura industrial Japonesa.

En el mundo de la industria, uno debe de actuar primero antes de que espere ser comprendido. Después, debe seguir con las siguientes acciones después de haber visto los resultados iniciales. Es una mejora repetitiva. Sólo la contribución final a la gerencia y los logros hacia la compañía son los apreciados.

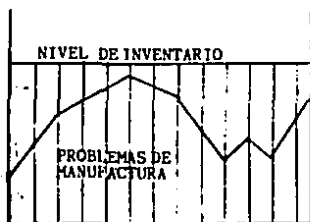
Gráfica 1.1 COMPARACION DE LA EXPORTACION DE E. U. A. VS. JAPON



\* Gráfica de la revista "TIME" [Abril 6 de 1987]

## 1.2 DESCRIPCION

El "Justo a tiempo" es un concepto de manufactura el cual puede ser simbolizado por el siguiente esquema. En la gráfica "A", el nivel del inventario cubre los problemas existentes del proceso, causando esto una fuerte inversión y una baja productividad.



GRAFICA "A"



GRAFICA "B"

En la gráfica "B" el nivel del inventario es más bajo, por lo que quedarán al descubierto los problemas existentes del proceso; esto es benéfico, ya que como los problemas son visibles pueden ser atacados y eliminados desde su raíz. El tener como objetivo "Cero Inventarios" representa el resolver los problemas típicos del proceso poco a poco; y como resultado aparte de la reducción en la inversión de inventario será el de una producción con alta productividad.

La manera tradicional de una planta manufacturera es usar el inventario para cubrirse de problemas existentes, tales como: baja calidad con el material del proveedor, entrenamiento inadecuado al operador o un mal sistema administrativo así como un escaso mantenimiento a las máquinas, mucha gente no realiza el costo o qué tan improductivo es el tener grandes bancos de inventario. "Justo-A-Tiempo es una filosofía" dice Edward V. Spurgeon quien es gerente de producción y consultor en sistemas en una compañía Americana de renombre. "No es un tipo de cosa que se programe por un año y ahí termine. Es una filosofía que es a largo plazo en la cual se delibera un decremento en inventario en la planta; dependiendo esto, en el modo en que los materiales fluyen a través de la planta". (2)

---

(2) Winter Drew, de la revista "Production" (Ene, 84), pag. 82

### 1.2.1 PRINCIPIOS DEL "JUSTO A TIEMPO"

- Utilizar grupos de familia
- Mantener simplicidad y flexibilidad
- Eliminar tiempos de preparación
- Organizar subplantas enfocadas alrededor de los productos
- Hacer lo posible por tener cero inventarios
- Usar el sistema de "Jalar" para programar la producción
- Desarrollar una carga uniforme en la planta
- Controlar la calidad desde el origen
- Recalcar el funcionamiento del producto
- Controlar y monitorear el proceso y sus resultados
- Establecer un mantenimiento preventivo total
- Esforzarse por un continuo mejoramiento
- Fomentar la supervisión visual
- Motivar a que el trabajador se involucre en el mejoramiento
- Establecer relaciones a largo plazo con el proveedor

### 1.2.2 SIETE PUNTOS OCULTOS DE SIMPLICIDAD

- 1.- El sistema "Justo A Tiempo" hace visibles los problemas en la producción, al tener exceso de material y de gente éstos no son tan visibles.
- 2.- La calidad empieza en la producción y requiere un esfuerzo de toda la compañía para crear un hábito para mejorar.
- 3.- La cultura no es un obstáculo; las técnicas pueden cambiar el comportamiento.
- 4.- Simplicidad, y los productos fluirán como el agua.
- 5.- La flexibilidad abre puertas.
- 6.- Más autodesarrollo y menos intervención de especialistas.
- 7.- La simplicidad es el estado natural de las cosas.



### 1.3 ALGUNOS RESULTADOS Y TRABAJOS HECHOS

En realidad nadie sabe con seguridad cuántas compañías han adoptado el sistema de "justo a tiempo" o "producción sin inventarios". Se ha dado una clasificación de cuatro niveles en el Japón, donde:

El nivel A - de 5 a 10 compañías, son las más apegadas al sistema.

El nivel B - de 30 a 40 han tenido beneficios substanciales por este sistema.

Los niveles C y D - han trabajado con este sistema pero no están catalogadas dentro de las superiores, de estas hay cientos. En el cuadro 1.1 se muestran los siguientes resultados.

CUADRO 1.1 Comparación de programas de productividad en diferentes compañías.

COMPANIA	DURACION DEL PROGRAMA	REDUCCION DE INVENTARIO	REDUCCION DEL CICLO DE PRODUCCION	PRODUCTIVIDAD POR OBRERO
A	3 AÑOS	45%	40%	50%
B	3 AÑOS	18%	20%	80%
C	4 AÑOS	30%	25%	60%
D	2 AÑOS	20%	50%	50%

NOTA: Estos números representan un estimado. La productividad fué estimada dividiendo las ventas entre el total de obreros.

El progreso tan alto en la compañía B, se debe a que estaba en peor situación al empezar el programa.

Ninguna de estas compañías tenía más de dos meses de inventario en materia prima y en proceso al empezar el programa. Todas ellas manejaban alguna versión de círculos de calidad y programas de mejora en calidad cuando empezaron, así que la medición de los resultados tienen un punto de base alto.

Constantemente siguen mejorando estas compañías, y podría ser, que ya la mayoría de ellas estuvieran en el nivel B.

CUADRO 1.2 Comparación de productividad en las plantas de prensas para producir cajuelas y defensas.

	Planta Japón	Planta E.U.A.	Planta Suecia	Planta Alemana
Cambio de parte (Hrs.)	0.2	6.0	4.0	4.0
Cambios de parte x día	3.0	1.0	-	0.5
Tamaño de lote (uso x día)	1	10	20	-
Piezas por hora	500-550	300	-	-

NOTA: viendo los tamaños de lote y los cambios de parte al día, cualquiera pensaría que la planta de Japón sólo maneja 3 partes mientras que la Americana maneja 10. Esto no es el caso, ya que estos datos son un promedio de algunas corridas largas y otras cortas. También, los golpes por hora de las prensas en la planta de Japón fue mayor, en promedio. La razón que se da es que las máquinas trabajaron a un ritmo constante y con muy pocos paros.

CUADRO 1.3 Plantas ensambladoras de automóviles

	Japón Planta T	E.U.A. Planta A	Suecia Planta B	Alemania Planta C
# de Obreros	4,300	3,900	4,700	9,200
# de Autos al día	2,700	1,000	1,000	3,400
Total de Obreros al día x auto	1.6	3.8	4.7	2.7

CUADRO 1.4 Rotación de inventario en compañías automotrices.

AÑO	"T"	Japón Planta A	E.U.A. Planta B	E.U.A. Planta C
1960	41	13	7	8
1965	66	13	5	5
1970	63	13	6	6
1980	62	--	-	-

NOTA: como hemos visto antes, la compañía "T" fué la emprendedora

de este sistema, es por esc de las grandes diferencias en estos números.

CUADRO 1.5 Instalación del Justo a tiempo en la compañía X.

	Inicio del programa		% de cambio
	1976	1981	
Inventario (en mano):			
Materia prima	6.9	2.2	68%
En proceso	4.0	1.0	75%
Producto terminado	8.6	3.7	57%
	19.5	6.9	65%
Indice de Productividad	100	187	
% de Defectos:			
por proveedor	2.6%	.11%	
Internos	.34%	.01%	
Cambios de partes:			
+ de 60 minutos	20%	0%	
30-60 minutos	19%	0%	
20-30 minutos	26%	3%	
10-20 minutos	20%	7%	
5-10 minutos	5%	12%	
100 segundos-5 min.	0%	16%	
- de 100 segundos	0%	62%	

NOTA: Esta compañía cuenta con pocas prensas grandes, la mayoría de su equipo es pequeño, ligero, y flexible para trabajar en metal.

Otras compañías que han usado un sistema similar son: la compañía H que manufactura motocicletas, [con referencia al programa "J-A-T" como Material-cuando se-Necesite, M.A.N.] redujeron 20 millones de dólares de su inventario en proceso como en tránsito en sólo una de sus plantas ensambladoras.

En una de las divisiones de la compañía G, las técnicas del "J-A-T" han ayudado a la compañía a reducir su inventario de materia prima y en tránsito de 48 millones de dólares a 25 millones de dólares. El Gerente de Materiales de esta división, espera reducir este costo a 13 millones de dólares, cuando el proyecto de renovación se lleve a cabo. Esta compañía producirá un modelo nuevo de auto con dirección delantera y seguirá produciendo los mismos autos que antes en un área de 1.5 millones

de pies cuadrados cuando tradicionalmente la compañía hubiera necesitado un área de 3.5 millones de pies cuadrados de espacio para esta producción.

Alrededor de 40 diferentes plantas de la compañía GE han empezado con el programa de "J-A-T". El inventario en algunas áreas ha sido reducido hasta un 70%.

En una compañía de computadoras, fueron capaces de reducir el espacio necesario para manufacturar impresoras, de 10,000 pies cuadrados a 2,500 pies cuadrados (en un periodo de dos años), manteniendo la misma capacidad de producción.

#### 1.4 BENEFICIOS DEL "JUSTO A TIEMPO"

90 %	DE REDUCCION EN EL INVENTARIO
90 %	DE REDUCCION EN EL CICLO DE PRODUCCION
10 % - 30 %	DE REDUCCION EN MANO DE OBRA
75%	DE REDUCCION EN TIEMPO DE PREPARACION
50%	DE REDUCCION EN ESPACIO
50 % - 60 %	DE REDUCCION EN COSTOS INDIRECTOS
75 % - 95 %	DE MEJORA EN LA CALIDAD

C A P I T U L O    11

---

EL ALCANCE DEL "JUSTO A TIEMPO"

## 2.1 ALCANCE GENERAL

La filosofía del Justo-A-Tiempo (J-A-T) se enfoca en la producción y en las áreas de soporte para ésta, es por esto que el alcance de esta filosofía se puede dividir en dos áreas o lados, contando cada una con diferentes puntos, estos son:

1.- Lado duro: esta área corresponde a la forma de producir y organizar la planta.

2.- Lado suave: esta área cubre los puntos que se tienen que reforzar para dar soporte a producción.

Estos diferentes puntos se muestran en la Fig. 2.1, y serán descritos y ejemplificados en este capítulo.

### 2.1.1 LADO DURO

#### 2.1.1.1 TECNOLOGIA DE GRUPOS

La Tecnología de Grupos es una técnica que nos ayuda a rediseñar nuestras líneas de producción, en base a un flujo orientado hacia el producto. Este método es de gran utilidad cuando las plantas manejan varios productos y los diferentes procesos están organizados por departamentos.

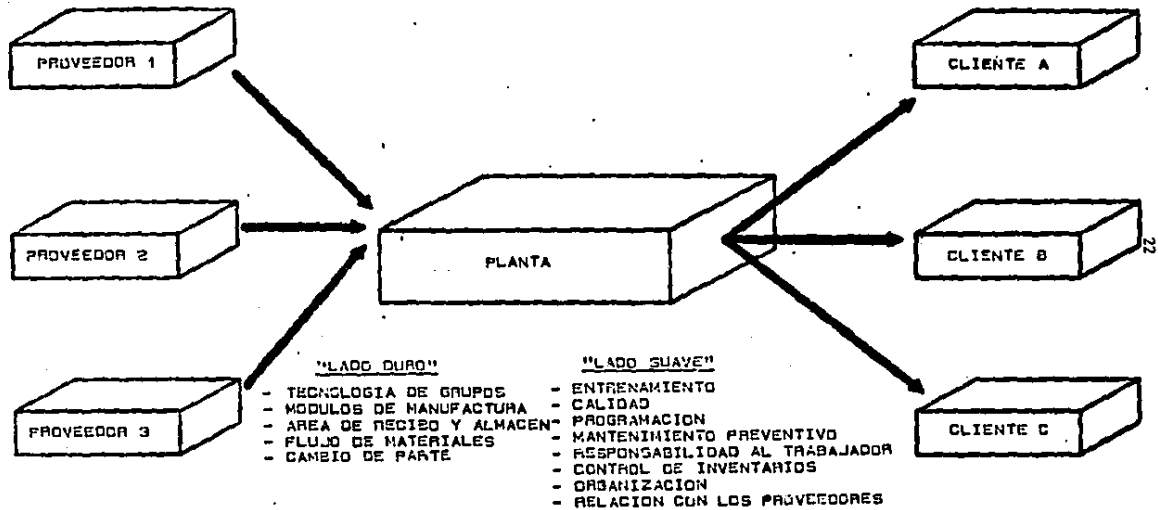
El análisis se hace empleando una matriz de todos los números de parte contra cada operación por la que tienen que pasar para ser un producto terminado, ya que se tiene formada la matriz se analizan los siguientes puntos:

- Procesos iterativos
- Diferencias de procesos/máquinas
- Diferencias en la construcción/material
- Puntos lógicos de desviación del producto en la línea
- Volúmenes del producto
- Requerimientos del cliente

Estos puntos son analizados para así poder determinar las familias de productos que se necesitan y de una manera preliminar tener una idea de cómo pueden quedar integradas cada una de éstas en pequeños módulos (líneas de producción).

Un ejemplo lo podemos ver en la Figura 2.2

Figura 2.1 EL ALCANCE DEL J-A-T.







## 2.1.1.2 MÓDULOS DE MANUFACTURA

Como ya vimos los módulos de manufactura son la organización de operaciones de producción alrededor del producto. La forma clásica de manufactura es orientada al proceso.

En la siguiente tabla se ilustra las diferencias entre el sistema funcional y el sistema de módulos. La compañía de mesas de acero, hace patas y las superficies de las mesas, luego ensamblan estas y las pintan. Las operaciones requeridas se pueden dividir en siete departamentos funcionales o en cuatro módulos de productos orientados.

## COMPAÑIA DE MESAS DE ACERO

<u>PRODUCTO</u>	<u>OPERACIONES</u>
Patas	Cortar, doblar, soldar, taladrar
Superficie	Cortar, doblar, soldar, taladrar y esmerilar.
<u>DEPARTAMENTOS</u>	<u>MODULOS</u>
Cortar	Fabricación de patas
Doblar	Fabricación de superficies
Soldar	Ensamble
Taladrar	Pintar
Esmerilar	
Pintar	
Ensamble	

Otro ejemplo de un módulo lo podemos ver en la Figura 2.3, donde se tiene un módulo donde se puede correr cuatro productos que integran a una 'Familia'.

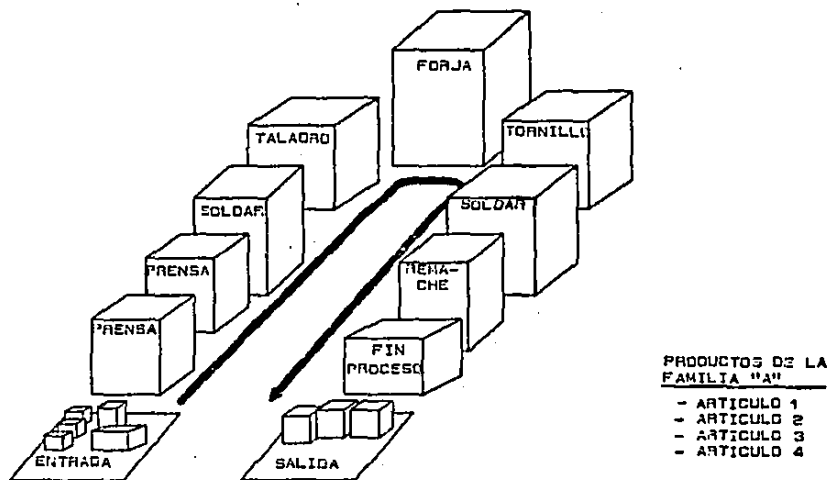
El diseño de los módulos de manufactura son establecidos por los siguientes pasos:

- Identificar las familias de productos por medio de la tecnología de grupos, como ya lo vimos antes.
- Calcular el ciclo de tiempo al cual el módulo va a operar.
- Determinar las necesidades de equipo.
- Determinar la gente que va a trabajar en cada módulo.
- Determinar los mínimos tamaños de lote y los tiempos de preparación.
- Preparar un diagrama de cada módulo.

El concepto de familia de grupos nos señala que hay más similitud

Figura 2.3

MODULO DE MANUFACTURA



MODULO PARA LOS PRODUCTOS DE LA FAMILIA "A"

tud entre productos que diferencias. Así que la organización de los módulos de manufactura deben ser en base a estas similitudes.

Otros factores que contribuyen a que los módulos de manufactura tengan éxito, son los siguientes:

- La reducción del tamaño de lote a la mas mínima cantidad eficiente (el tamaño ideal de lote es uno). Esto por lo general requiere reducir el tiempo de cambios de partes.
- El ritmo de producción de cada operación deber ser ajustada al ritmo de todo el módulo.
- Los puntos muertos entre operaciones deben ser eliminados, estos puntos son los que crean inventario en proceso.
- Los trabajadores deberán saber operar todas las máquinas de su módulo, para en caso de ausencia de un trabajador cualquier otro lo pueda suplir, o si se quiere bajar el ritmo de producción se puede trabajar con menos operadores.

#### 2.1.1.3 AREA DE RECIBO Y ALMACEN

En los '80 y '90, se puede esperar a que las compañías manufactureras progresivas, trabajen en adelante descentralizando el área de recibo y almacenaje. Trabajando de esta manera se tienen grandes beneficios, como los de:

- 1.- La reducción de la distancia por la que tiene que pasar el material, el trabajo que implicaría el manejar estas áreas y el costo del equipo.
- 2.- La eliminación de los dependientes del almacén.
- 3.- Reducción de los inventarios de materiales.

Se puede ver en la figura 2.4 la manera convencional de recibimiento centralizado y de funciones del almacén. Esto resulta doble trabajo entre el área de recepción y el de almacén. También ocasiona el viajar varios cientos de metros desde el almacén hasta el proceso donde el material será usado.

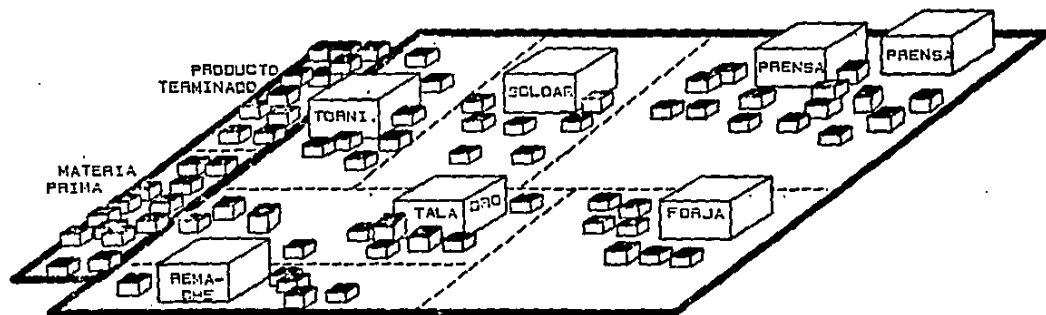
#### RECEPCION Y. ALMACEN CENTRALIZADOS LARGAS DISTANCIAS A VIAJAR

Generalmente esto envuelve numerosos movimientos con montacargas, necesidad de operadores para su manejo y un costoso mantenimiento a estos mismos incluyendo refacciones necesarias en stock. De esta forma se necesita de cierto personal para cubrir estas áreas, tales como un:

! R ! A !	PROCESO
! E ! L !	----->
! C ! M !	----->
! I ! A !	----->
! B ! C !	----->
! O ! E !	----->
! ! N !	-----

Figura 2.4

FORMA TRADICIONAL  
DE ALMACENAR



- Recepcionista de material
- Operador del montacargas
- Responsable de existencias
- Departamento de manejo de materiales
- Encargado de recepción
- Encargado del almacén

Esta gente, en algunos casos, tienen más gente involucrada.

El procedimiento ideal sería el eliminar estas áreas y manejar, como habíamos visto antes, subplantas dentro de la misma planta y en cada una de éstas un área de entrada de material y otra de salida para el producto terminado. En este caso, la recepción y el almacenamiento se harán en un mismo paso. Cada material recibido será puesto directo en la entrada del módulo correspondiente (se podrá saber a que módulo corresponde el material por medio de las tarjetas de CONEON, este sistema se explica mas adelante), así que el doble movimiento de recepción ha sido eliminado; de esta manera el material recibido es almacenado a pocos metros del proceso donde se irá a requerir. La distancia viajada como costos de manejo de materiales son así minimizados. Otra idea es la de mover el material dentro de la planta con montacargas manuales o transportadores de ruedas para así tratar de eliminar el montacargas y sus costos correspondientes (mantenimiento, operador y espacios para circular).

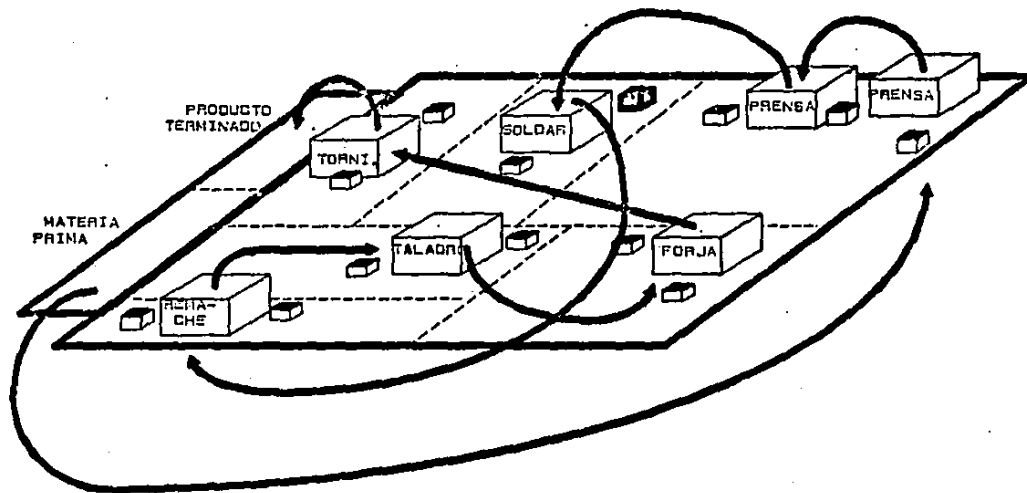
#### 2.1.1.4 FLUJO DE MATERIALES

Actualmente compañías manufactureras tienen espacio desperdiciado en sus líneas de producción y en sus almacenes. En la Figura 2.5 se muestra un ejemplo de una organización de planta y su flujo de materiales de una manera convencional.

Se ha encontrado que el total de costos operativos haciendo un máximo uso efectivo del espacio en la planta de las compañías manufactureras es mucho más bajo que los costos operativos con baja utilización. La diferencia no es tan chica. El total de costos operativos en plantas con iguales volúmenes de producción y las mismas máquinas puede variar tanto como un 10 a un 25%. Además de todos los costos de espacio utilizado, hay varios costos adicionales que no son tan obvios y que son minimizados cuando el espacio de la planta es reducido, tal es el caso de:

- 1.- El costo de movimiento de materiales aumenta si las distancias de movimiento requerido aumentan.
- 2.- La inversión en inventario crece, ya que la gente suele llenar los espacios vacíos con material en proceso.
- 3.- Supervisión y técnicos especialistas aumentan si el área geográfica de responsabilidades aumenta.
- 4.- Los trabajadores son menos productivos cuando parte de su trabajo requiere movimientos de una posición a otra.

Figura 2.5 FLUJO DE MATERIALES Y DIAGRAMA TRADICIONAL DE UNA PLANTA



La productividad del trabajador aumenta a razón de la reducción de espacio. Si se reducen los movimientos, la fatiga del trabajador también se reduce.

Aproximadamente se puede reducir un 50% del espacio en la planta acomodando el equipo en base a familias de partes en vez de familia de equipos, y de esta manera crear pequeñas subplantas dentro de la misma planta (Ver Figura 2.6) haciendo que el proceso de manufactura permita una producción de mano a mano para así reducir movimientos de materiales; para una mayor eficiencia es importante el enfocarse en la reducción de los tiempos de cambios de partes, donde el volumen no es tan grande para maquinaria delicada. Ya con el acomodo de las máquinas en forma de "U" los módulos o células deberán ser autosuficientes y deberán incluir toda la maquinaria necesaria para producir un producto terminado empezando desde la materia prima. Cada uno de estos departamentos está bajo el control de un supervisor, que será como un pequeño gerente de planta, quien controlará la producción en su módulo correspondiente, los artículos, la utilización de cada máquina y el flujo de materiales. En cuanto a los contenedores; los ideales no deben de tener más del 10% de un día de producción. Deberán ser fáciles de manejar dentro de la planta y deberán ser reusables. Tanto el cartón como contenedores que no sean estándares para los artículos deberán ser eliminados. Si los artículos tienen que ser protegidos, se deberá usar plástico o algún otro material que sea reusable. Cuando se usan grandes volúmenes de artículos para una operación, es recomendable usar pequeñas cajas embarcadas en un contenedor más grande y reusable.

#### 2.1.1.5 CAMBIOS DE PARTES

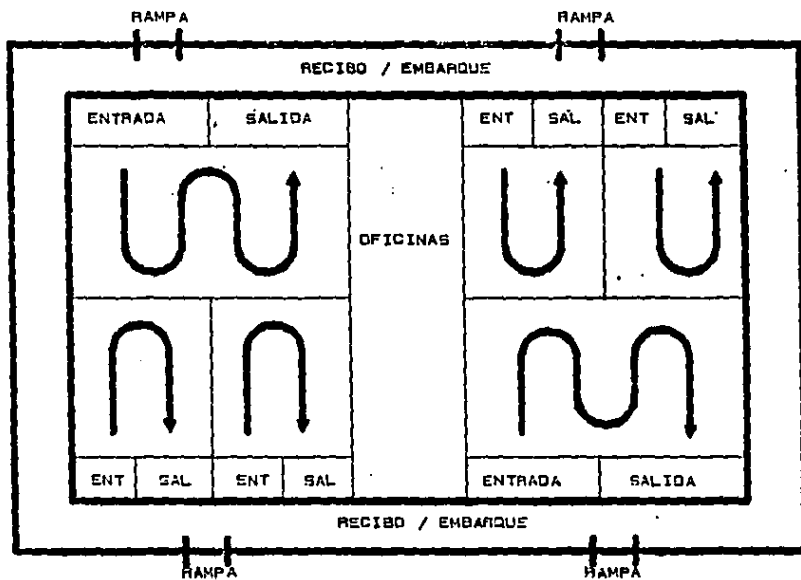
El tiempo de cambio de parte comprende desde el instante que se deja de producir un producto hasta el instante en que sale la primera pieza buena del producto al que se cambió.

Conforme a la filosofía del J-A-T la situación ideal es tener cero cambios de parte acompañados por un tamaño de lote de uno.

Esta situación en la realidad es muy idealista para la mayoría de los casos, pero en base a estas reglas siempre se tiene que ir tendiendo a estos mínimos, cuando se busca trabajar con tamaños de lote chicos se tienen que minimizar los tiempos en los cambios de parte.

La habilidad de producir cualquier pieza a la hora que el cliente pida requiere de una automatización flexible. Esta flexibilidad es referente a que la planta debe ser capaz de cambiar muy rápido su producción de un producto a otro, o de una parte a otra, o modificar su equipo y ajustarlo para correr una pieza diferente. Esto significa que el proceso de realizar un cambio de parte se tiene que automatizar tanto como la automatización cuando una operación está corriendo. Si es posible, los cambios de parte deben ser instantáneos, ya que el tiempo perdido, es tiempo que se

Figura 2.6      DIAGRAMA MODELO  
DE UNA PLANTA





hubiera ocupado en producir más material.

Ya que los equipos programados para realizar los cambios son costosos, las compañías manufactureras deben tratar de reducir estos tiempos al máximo en los equipos existentes, usando métodos sencillos y analizando el costo/beneficio de la inversión. Una empresa manufacturera con tiempos de cambios de partes cortos es más competente que otra con cambios de partes largos, si éstos se pueden realizar a costos bajos. Varias clases de equipos pueden ser modificados para poder obtener cambios de partes cortos, flexibles y a un costo bajo.

Un porcentaje del tiempo en los cambios de parte es el proceso de ajuste y muchas veces es un porcentaje alto, así que es vital prestar atención a este paso del cambio; se calcula que en promedio, casi un 50 por ciento del residuo en el tiempo de las actividades internas del cambio de partes se lleva en el proceso de ajustación.

Algunas eliminaciones de tiempo por ajustación son tan simples como el marcar el punto exacto en el piso para localizar un molde o herramienta, pero muchos de estos ajustes requieren más consideraciones técnicas.

A continuación se verán algunas reglas básicas e ideas para reducir estos tiempos de preparación.

#### - Reglas básicas

- 1.- Mover todos los pasos posibles del cambio de parte, a preparación fuera de la línea.
- 2.- Eliminar movimientos innecesarios.
- 3.- Eliminar tuercas y tornillos.
- 4.- Eliminar ajustes primordiales de la máquina.
- 5.- Estandarizar moldes, herramientas y equipo de instalación.
- 6.- Utilizar guías (pernos, topes, etc.) para los ajustes.

-----

En las tres primeras reglas, se nombran unos ejemplos de lo que pueden abarcar estos puntos:

- 1.- Mover los pasos principales hacia fuera de la línea.
  - Tiempo de búsqueda; búsqueda del molde correcto, de herramienta, de la instalación, etc.

- Tiempo de espera: por la grúa, la tarima, montacargas, canasta, etc.
- Tiempo de colocación: de herramientas, instalaciones, etc.

## 2.- Eliminar movimientos innecesarios.

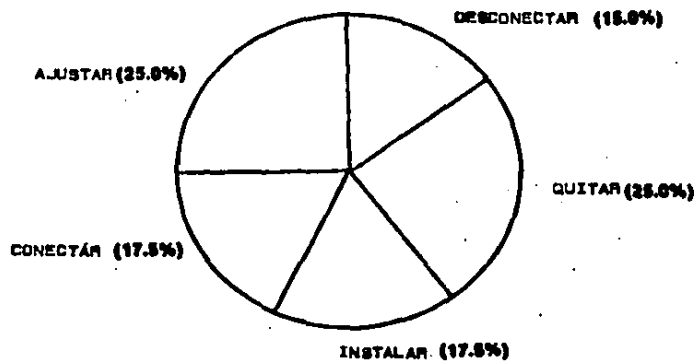
- Eliminar movimientos de los pies.
- Reducir el esfuerzo manual.
- Hacer el cambio de parte con una hoja del proceso.
- Asignar un equipo para reducir el tiempo en los cambios de parte, donde el equipo desempeña el siguiente rol:
  - a) Involucrar a gente de producción (operadores, supervisores, etc.) en el equipo.
  - b) Experiencia (ejemplos en otros cambios de parte).
  - c) Entrenamiento, en técnicas de análisis.
  - d) Preparar planes de trabajo y control de actividades.
  - e) Evaluar prioridades.
  - f) Instalar.
  - g) Coordinar los cambios de parte, mantener entusiasmo y creatividad.

## 3.- Eliminar tuercas y tornillos.

- Usar otro método, si es posible, como: rondanas con ranura, ajustes por medio de presión, etc.
- Usar herramientas hidráulicas.

A continuación veremos un ejemplo de las técnicas de análisis y resultados de la reducción en el tiempo de cambio de parte de un molde de inyección a presión. (Ver las siguientes 3 páginas).

Gráfica 2.1 CAMBIO DE UN MOLDE DE INYECCION A PRESION



A N T E S (60 MINUTOS)

CAMBIO DE UN MOLDE DE  
INYECCION A PRESION

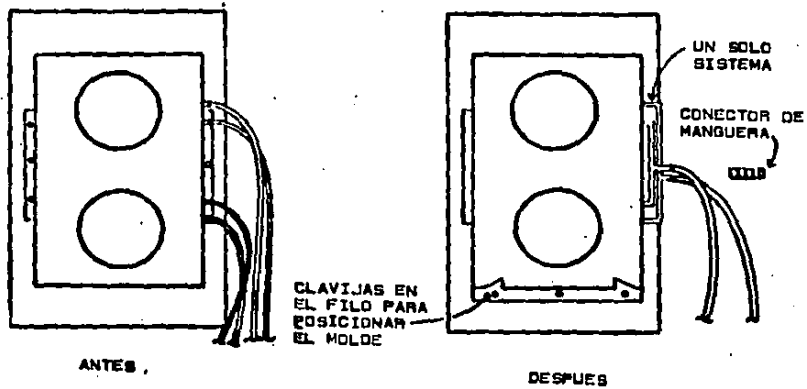
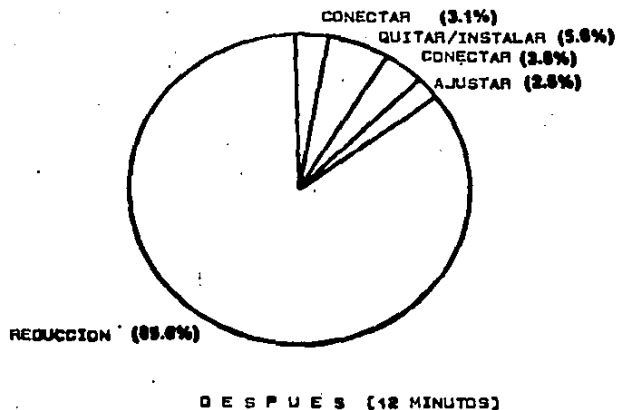


Gráfico 2.2. CAMBIO DE UN MOLDE DE  
INYECCION A PRESION



## 2.1.2 LADO SUAVE

### 2.1.2.1 ENTRENAMIENTO

La clave para una exitosa instalación es la de prestar atención al detalle, refiriéndonos a la manera de pensar del personal, ya que se necesita una gran cooperación y aceptación tanto del personal sindicalizado como por parte de los empleados y la gerencia.

Solo, el como reaccionará el sindicato al cambiar a la técnica del J-A-T sigue siendo una gran duda.

Pero, no solo el personal sindicalizado tienen que ser los que estén convencidos de los méritos del sistema J-A-T. Cambiar las actitudes y prácticas pasadas de altos directores y gerentes es el reto real.

Los altos gerentes que manejarán el concepto del "Justo A Tiempo", primeramente deberán ser expertos en la materia, ya que no se puede esperar una implantación satisfactoria si no conocen estáj solamente a este nivel se puede cambiar la estructura organizacional y así poder dar el debido soporte a la implantación del sistema, una vez ya convencidos de sus beneficios.

En la figura 2.7 se muestra un programa de entrenamiento en base a las fases de un proyecto.

### 2.1.2.2 CONTROL DE CALIDAD

Para la aplicación del J-A-T se necesita una específica cantidad de partes buenas, (tanto las del proceso como las materias primas que manda el proveedor) es una absoluta necesidad cumplir con la calidad que el sistema demanda.

Una de las formas tradicionales de trabajar ha sido la de tener áreas de inspección de recibo y de inspección final (después del último proceso, ver figura 2.8). Algunas desventajas de este método son: muchas veces no se sabe de donde vino el defecto, al no saber de donde procede no se puede informar al operador causante y no se puede tomar una acción correctiva, por lo que seguramente se repetirá dicho defecto.

Por lo que si se requiere tener un flujo sincronizado de partes a través de la producción, cada operación debe trabajar bajo la calidad requerida, así cada vez que se pasa una pieza a la siguiente operación debe ser excelente, es decir que:

- No haya retrabajo.
- No haya sustitución de herramientas o materiales.
- No aumentar la producción por permitir el alto desperdicio.
- No permitir los desperdicios por ajustes.
- No haya daño por manejo de material o material en tránsito.

La filosofía del "Justo A Tiempo" enfatiza en que cada operador

Figura 2.7 PROGRAMA DE EDUCACION  
Y DE ENTRENAMIENTO

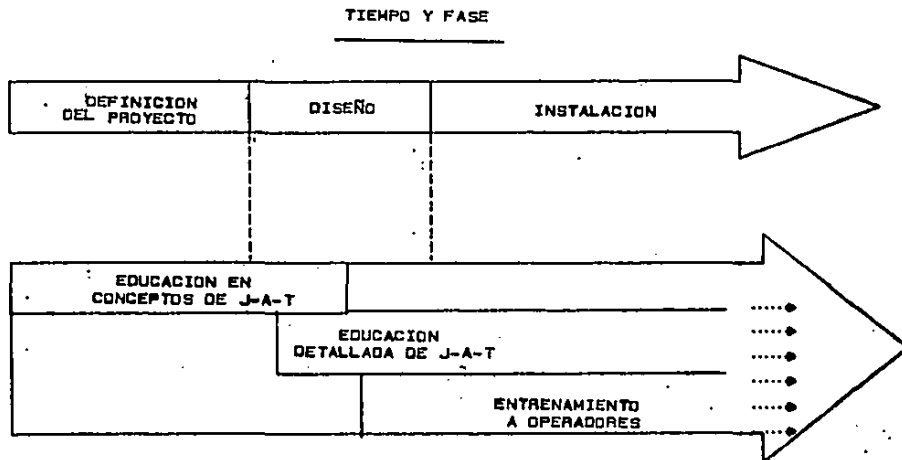
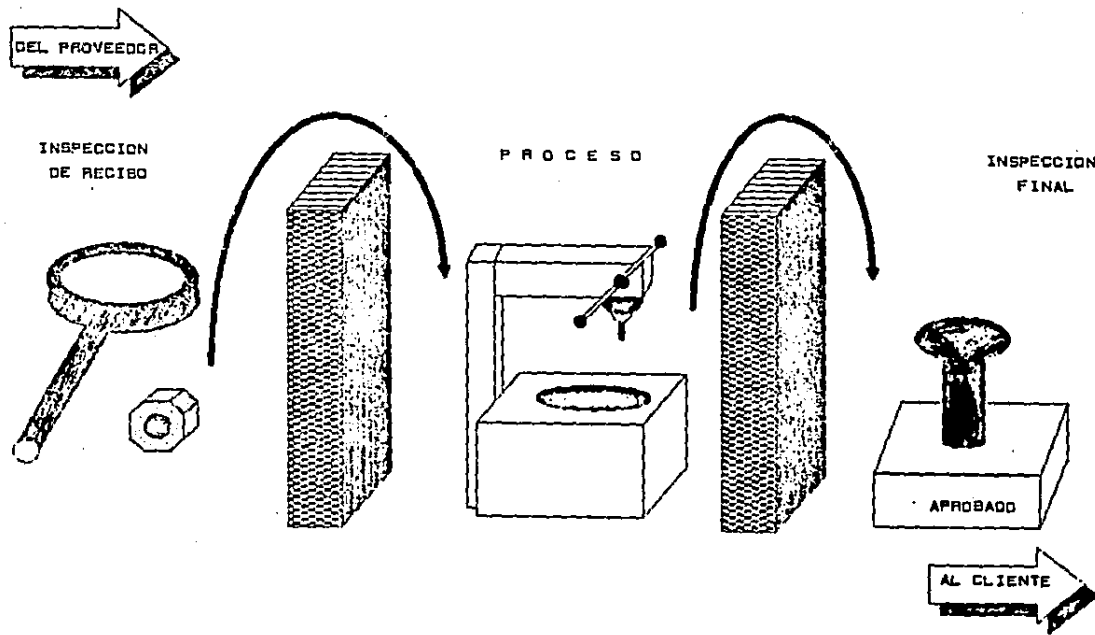


Figura 2.8 FORMA TRADICIONAL DE CONTROL DE CALIDAD





debe saber inspeccionar y en que cada operación se debe inspeccionar tanto lo que viene del proceso anterior como lo que se hizo en este proceso, en el caso de que el operador encuentre un defecto, este tiene la obligación de comunicárselo al causante y tratar conjuntamente de resolver la causa del defecto, es por esto importante que cada operador debe conocer todas las máquinas de su módulo habiendo trabajado en cada una de estas. Otro de los puntos que establece es el de contar con una forma apropiada de informar de los defectos a los departamentos de soporte; esta información debe ser veraz y oportuna para que estos se enfoquen en dar soluciones permanentes. (Ver figura 2.9). Shigeo Shingo en su libro de "Cero Control de Calidad" menciona los conceptos básicos para el sistema de cero control de calidad, siendo estos:

1.- Usar el principio de inspección, en el que inspector prevenga los defectos y elimine enteramente estos. Esto no se refiere a que mida solamente los diferentes defectos, sino se refiere al aplicar funciones de control en el lugar donde se originan los defectos.

2.- Inspeccionar siempre el 100% en vez de usar inspecciones por muestreo.

3.- Minimizar el tiempo que se toma en usar acciones correctivas cuando los defectos salen.

4.- El trabajador humano no es infalible. Hay que reconocer que es de humanos el equivocarse por lo que hay que tratar de usar equipos "Poka-yoke" (en japonés, a prueba de errores). Por medio de instalaciones "Poka-yoke" se podrán tener funciones de control que deberán ser efectivas para cuando el operador este trabajando no tenga errores humanos.

### 2.1.2.3 PROGRAMACION

Otra característica de las compañías manufactureras es la de crear programas de producción asumiendo que se pueden llevar a cabo. Si el trabajo es realizado como lo programado, cada departamento produce lo programado mandando estos materiales al siguiente proceso para que estos empiecen con las subsiguientes operaciones; al igual que el proveedor cuando termina su programa manda su producto terminado al cliente. Este es el "sistema de empujar" (Ver figura 2.10); hacer las partes y mandarlas donde se necesiten a continuación, o al inventario, así de este modo se empuja el material por la línea de producción de acuerdo al programa.

Con este sistema, la función de control de producción es mantener la producción, bajo el programa. Otra de las funciones de control de producción en varias plantas, es el de ver que realmente se produjo cuanto decía el programa y en base a estas desviaciones tomar acciones, que normalmente son:

Figura 2.9 CONTROL DE CALIDAD  
DESPUES DEL J-A-T

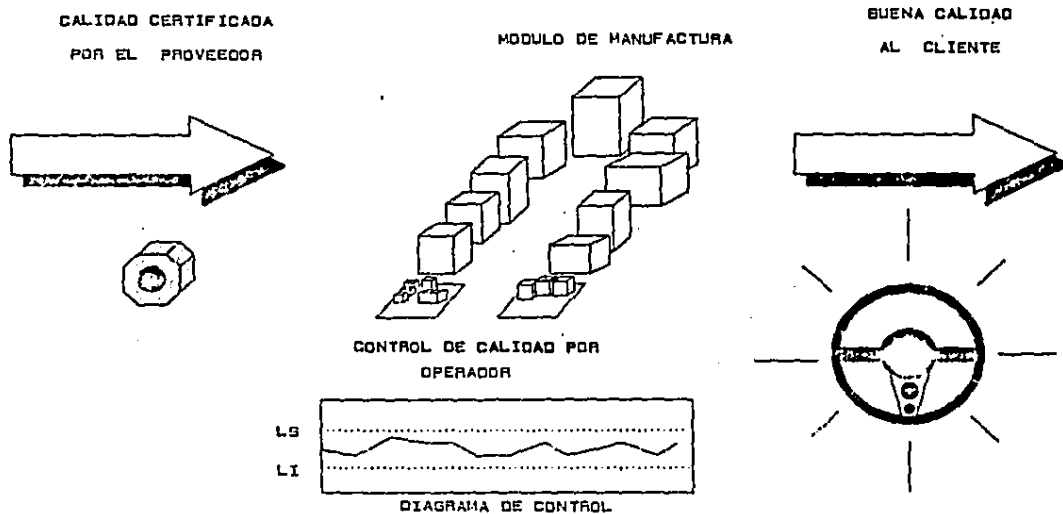
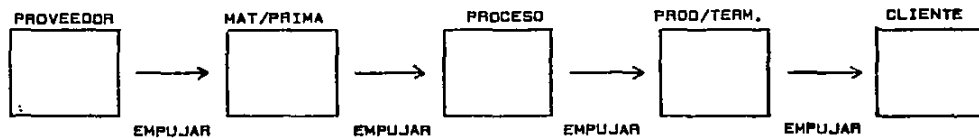


Figura 2.10

SISTEMA DE EMPUJAR



42

- DIFICIL DE CONTROLAR
- ENTREGAS IRREGULARES
- SE REQUIEREN GRANDES ALMACENES
- GRANDES LOTES
- MATERIAL OBSOLETO FRECUENTEMENTE

- 1.- Ajustar las líneas de producción para regresar al programa.
- 2.- Reprogramar.
- 3.- Expedir

De las tres acciones, las dos últimas no se consideran deseables. Esto comprueba dos cosas: que la compañía no fué capaz de desarrollar un programa válido o no lo pudo ejecutar si éste era válido. En realidad es muy difícil de controlar la producción por este sistema; por lo que la idea es empezar a jalar material desde el ensamble final (la idea en general puede ser aplicada a cualquier clase de compañía manufacturera, pero en sí este sistema se desarrolló para aplicarse a plantas manufactureras con procesos repetitivos) hasta el material que se le pide al proveedor, tratando de dar una alta rotación a los inventarios. Para hacer que este método trabaje, se debe de seguir el siguiente plan:

Planear un programa detallado de ensamble final por adelantado. Refiriéndose a detallado el hacer un poco de todo cada día, si es posible un poco de todo cada hora, siendo lo ideal el tamaño de lote de uno. Esto ayuda a balancear la alimentación de todas las operaciones hacia la línea de ensamble final.

El flujo constante de materiales entre el proveedor y el usuario es clave para el concepto J-A-T. Si el proveedor sabe a largo plazo que cantidad de producto tiene que hacer y qué intervalos de entregas tiene, éste podrá entregar también de antemano un programa de liberación de órdenes de materia prima a sus proveedores y podrá trabajar dentro de su planta para hacerla más eficiente.

Por ejemplo en una compañía de motocicletas, dos semanas antes del mes a producir, la gente de finanzas y mercadotecnia se reúnen y determinan el programa de producción que habría para el siguiente mes. Ese número no podía variar aunque el mercado lo demandará.

Luego se programaba para el siguiente mes. El volumen determinado para ese mes podía variar máximo un  $\pm$  10% del volumen descrito, y para el siguiente mes no podía variar  $\pm$  20% (Ver figura 2.11).

Ver los siguientes ejemplos de:

- Carga uniforme en la planta (Figura 2.12)
- Minimizar el lote de producción (Figura 2.13)
- Producción de una mezcla de modelos (Figura 2.14)

Una de las herramientas que ayuda a llevar eficientemente un control de inventarios es la del uso de un sistema de tarjetas (KANBAN- en japonés tarjeta; CONBON- en inglés; Con- tarjeta de producción, Bon- tarjeta de traer). Esta se basa en el programa de producción a mediano plazo y a la explosión de materiales. A continuación este sistema se define brevemente:

- TARJETAS DE PRODUCCION, autoriza la producción de cierto

Figura 2.11 PERIODO  
DE  
PROGRAMACION

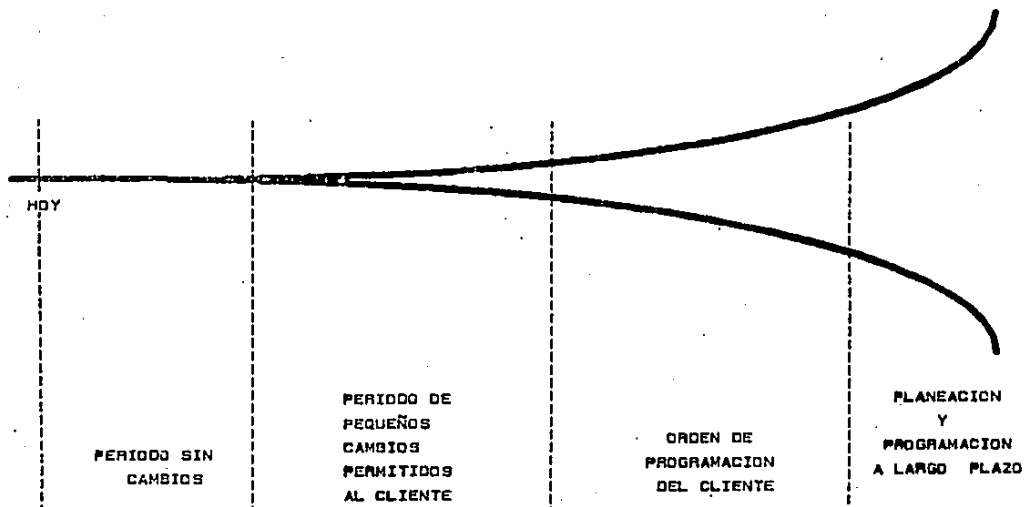


Figura 2.12

PROGRAMACION

CARGA UNIFORME EN LA PLANTA

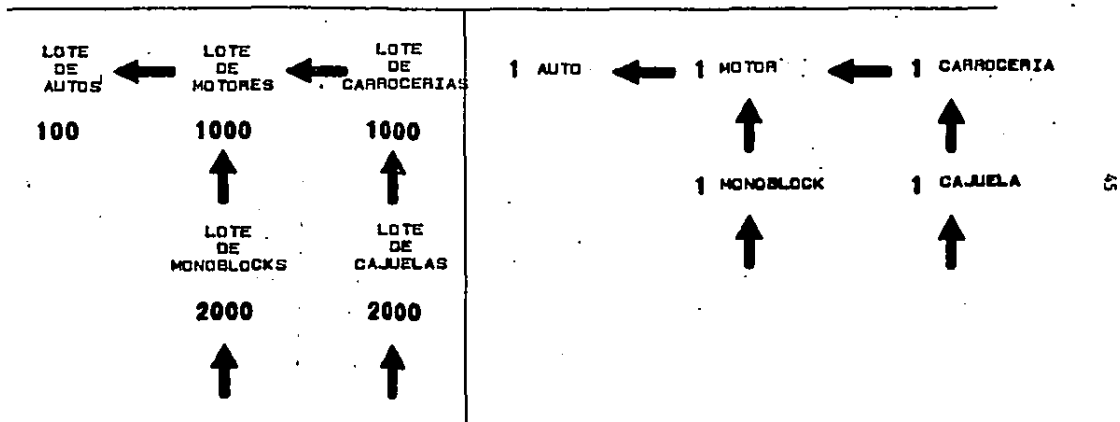


Figura 2.13

PROGRAMACION

REDUCCION DEL LOTE DE PRODUCCION

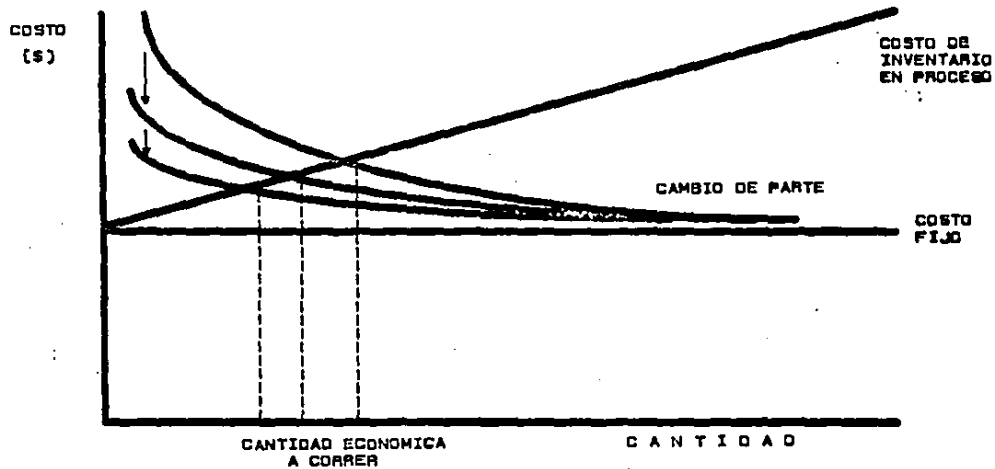


Figura 2.14

**P R O G R A M A C I O N**  
**PRCOUCCION EN BASE A MEZCLA DE MODELOS**

<u>MODELO</u>	<u>SEMANAL</u>	<u>DIARIO</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>CICLO</u>
A	100	20	20	2
B	50	10	10	1
C	200	40	40	4
D	<u>150</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>3</u>
	500	100	100	10

CICLO : C D A C D A C D C B



producto terminado en base a su demanda, es por medio de ésta que se emplea, a jalar el material necesario a través de los demás procesos y del proveedor.

- TARJETAS PARA MOVER O TRAER, la cual autoriza la transferencia de un contenedor estándar de un determinado material que está en: el área final de un proceso, o del mismo almacén o del proveedor al área por el cual es solicitado. Cuando se tiene el flujo ideal y se puede trabajar en base a producir como se va necesitando, se debe usar esta tarjeta con dos funciones: autorización de producir y requisición del material para el subsiguiente proceso y así hasta alimentar al producto final (Ver. figura 2.15).

Hay muchas modalidades con el sistema de tarjetas, se puede utilizar sólo un tipo o más, según sean las necesidades; las reglas serán: establecer los niveles de inventario para cada componente (en base a tiempo de entrega del proveedor), determinar el tamaño de lote a producir (tan pequeño como sea posible), cantidad de piezas por contenedor, tamaño de contenedor y el definir en dónde será almacenado el material.

Este sistema no sustituye al MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales) sino que va de la mano, ya que en base al MRP se van aumentando o quitando tarjetas del sistema (esta evaluación se tiene que hacer cuando haya un cambio en la demanda - tratando de que esto no sea tan frecuente-).

Otra característica importante es la tarjeta en sí, la tarjeta puede venir con clave en barras, para que por medio de una pluma electrónica sean actualizados los sistemas; la tarjeta debe describir por lo general lo siguiente:

- De dónde viene
- Hacia dónde debe ir
- Descripción del artículo
- Número de parte de éste
- Unidades por contenedor
- Cantidad de tarjetas por artículo

Con estos puntos se puede trabajar con el "Sistema de Jalar".

Si el "sistema de jalar" se lleva a la perfección se puede eliminar el control físico de inventarios, ya que con este sistema, control de producción es capaz de llevar los requerimientos de las líneas de producción en base a la demanda, como ya lo vimos. Cuando se llega a trabajar con contenedores reusables, la tarjeta es pegada a cada uno de éstos, de tal manera que se le mandan al proveedor los contenedores vacíos, autorizándole a este la producción de más material.

Este sistema trabaja con todas las partes y materiales que se necesitan en un día del programa de producción (Ver la Figura 2.16).

Las tarjetas con su contenedor correspondiente son puestas en los racks de cada módulo. Cuando el contenedor está vacío, la

Figura 2.15

PROGRAMACION

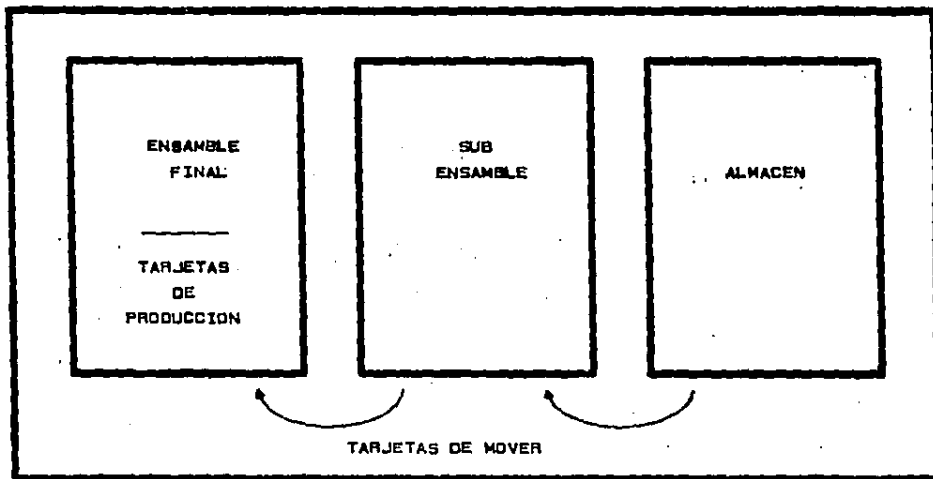
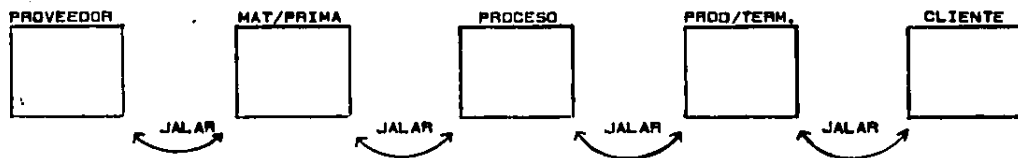


Figura 2.16

SISTEMA DE JALAR



- DEMANDA ORIENTADA
- MANEJO DE PEQUEÑAS CANTIDADES
- MEZCLA DE MODELOS DIARIA
- CARGA UNIFORME EN PRODUCCION

tarjeta correspondiente se le manda al proveedor correspondiente. Se puede trabajar con el proveedor para que cuando llegue cierta cantidad de tarjetas él mande un embarque, colocando cada tarjeta en su contenedor correspondiente.

#### 2.1.2.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La mayoría de los argumentos contra el mantenimiento preventivo son acerca de su costo, donde dicen que es más barato que el equipo corra hasta que se pare, que el de tener un programa regular de mantenimiento. Si se sigue con este procedimiento de mantenimiento correctivo se corre el riesgo de perder control en el proceso ya que se va degradando la capacidad de las máquinas. La reparación siempre se hace bajo presión y algunas veces no se hacen bien. El mantenimiento preventivo tiene una relación muy estrecha con la planeación del proceso. Su función, ahora es considerada de una manera diferente a la del mantenimiento correctivo. Es mucho más que:

- 1.- La capacidad para responder, con esfuerzos heroicos, para reestablecer el equipo parado al modo original de operación.
- 2.- La habilidad de dar servicio al equipo para así no tener tiempos muertos o minimizar éstos.
- 3.- La diferencia de costos entre un mantenimiento preventivo y el tener varios tiempos muertos.

La razón de contar con un mantenimiento preventivo es la de preservar la capacidad de las máquinas. Esto ayuda a reducir los defectos en el material causados por las máquinas. De hecho, al llevar un buen mantenimiento en los equipos, el proceso va ir mejorando por diferentes razones, como:

- 1.- El personal de mantenimiento como los operadores están más familiarizados con el equipo y sus problemas, si el servicio es frecuente.
- 2.- Hay menor posibilidad de que el proceso salga fuera de control, si se tiene historial de la maquinaria y herramientas bajo un mantenimiento preventivo.
- 3.- La calidad, la flexibilidad y la capacidad del equipo siempre se irán mejorando.

La clave del mantenimiento preventivo es reparar y ajustar antes de que suceda algún problema. Los principales objetivos son:

- 1.- Reducir los tiempos muertos de cualquier clase - hacer que el proceso se pueda operar cuando se necesite.
- 2.- Reducir la variación por funcionamiento:
  - a) Eliminar ajustes especiales, para mantener el equipo corriendo, tales como alambres, cintas de ais-

- lar, etc.
- b) Eliminar las causas de defectos del equipo que permiten trabajar al equipo en un pequeño rango de tolerancia.
- 3.- Aumentar la vida del equipo.
- 4.- Prevenir las reparaciones mayores del equipo.

El mantenimiento preventivo concierne a todos. Comienza con la integración del tiempo necesario de mantenimiento preventivo con la del programa de producción. Una de las mejores formas para realizar esto, es el de programar entre turnos o en el tercer turno un mantenimiento preventivo (MP); es usualmente lo que se hace en plantas que cuentan con este programa, éstas trabajan dos turnos, con un tiempo entre éstos de dos a tres horas. De este modo se puede realizar un mantenimiento preventivo programado y también se cuenta con tiempo para producción en tiempo extra, si se necesita (Ver figura 2.17).

El concepto de J-A-T se aplica en el mantenimiento preventivo para que por medio de éste se haga lo posible de reducir los defectos causados por las máquinas durante el proceso. Esta también incluye la perseverancia de poder modificar los equipos para mejorar la productividad y reducir costos de producción.

El mantenimiento preventivo es requisito indispensable del J-A-T ya que sin éste, habrán muchos tiempos muertos, no sólo por máquinas sino por módulos, ya que al pararse una máquina los operadores de ese módulo deberán de parar la producción y deberán de enfocarse al problema para darle una solución, ya que si una máquina está parada en el módulo se obstruiría el flujo del material, es por esto que es crítico el que el equipo siempre esté trabajando en condiciones óptimas.

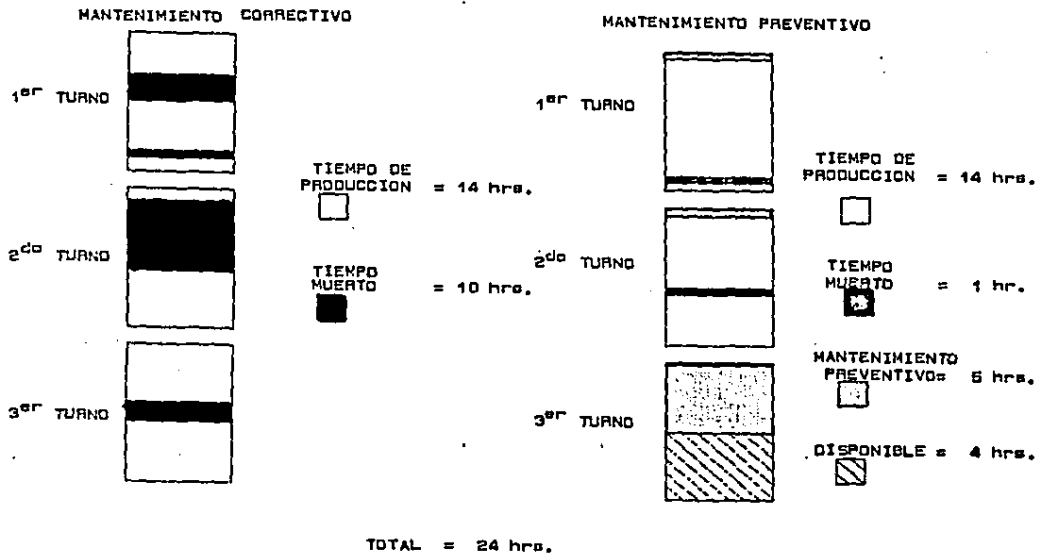
En algunas compañías se tienen en los módulos dos tipos de focos: uno rojo y otro amarillo, donde el rojo indica que el módulo está parado por cualquier clase de problema y tanto mantenimiento como departamentos de soporte tienen que acudir al instante al módulo para resolver el problema; el indicador amarillo significa que el módulo no está trabajando a un ritmo normal ya que se tiene algún problema, al igual que el indicador rojo, la gente responsable tendrá que ir para resolver el problema y hacer que el módulo trabaje a su ritmo normal.

Uno de los objetivos de J-A-T es que el operador a cierto plazo se encargue de la mayor parte posible del mantenimiento de su máquina, para que así cuando se tenga algún problema conocido sea éste el que haga la reparación.

#### 2.1.2.5 RESPONSABILIDAD DEL TRABAJADOR

Es imperativo que los obreros entiendan la nueva filosofía y qué se espera de ellos con sus nuevas responsabilidades. Se tendrá un líder de equipo por cada módulo, y éste

Figura 2.17 MANTENIMIENTO DE EQUIPO



se encargará de que los operadores trabajen en base a sus nuevas responsabilidades, los puntos cruciales son los siguientes:

- Es el recurso clave.
- Multifuncionales.
- Trabajo por equipo, cooperación.
- Seguridad en el trabajo.
- Enfatizar en la calidad y la responsabilidad.
- Educación y entrenamiento.
- Motivación.
- Mutuo respeto.
- Contar con tiempo, espacio y recursos necesarios para la comunicación y solución de problemas.

Al hablar de multifuncionales, se refiere a que exista un entrenamiento del operador con todas las máquinas del módulo. Esto tiene sus ventajas para cuando se quiera bajar el ritmo en el módulo por un bajo programa, se pueden poner cinco trabajadores en vez de diez, o por ausentismo, o en el caso de que haya un defecto en una operación los operadores pueden reconocer la causa del defecto y en qué operación se originó.

Se sugiere que si existen diferentes niveles en el personal sindicalizado se pague en base a categorías, refiriéndonos como categorías a la cantidad de operaciones que cada operador pueda correr, pero siempre tendiendo a tener pocas categorías.

No se debe mover nada más a la gente para que esté ocupada ni cuidar de que las máquinas siempre estén ocupadas; se debe mover a la gente para prevenir paros imprevistos.

Es bueno que al inicio o al final del turno haya una pequeña junta con los operadores en el mismo módulo, para comunicar los problemas encontrados y platicar de mejoras para el proceso. Es importante que el líder de equipo tome notas de estas sugerencias para evaluar éstas con sus superiores, haciéndoles partícipes del avance de sus sugerencias a los operadores.

Los beneficios a esperar serían los siguientes:

- Los trabajadores responden de una manera positiva a las necesidades reales.
- Los trabajadores se sienten más importantes y aumenta su interés en su trabajo. Ya que se les toma más en cuenta y son una fuente importante de ideas para mejorar el proceso, es por esto importante el que el obrero entienda la filosofía del "justo a tiempo"
- Incremento en la productividad.

### 2.1.2.6 CONTROL DE INVENTARIOS

Una de las primeras maneras para prestar atención en los problemas que surgen por el justo a tiempo es mediante la reducción de los niveles de inventario. Si se puede aumentar la flexibilidad en la producción y en el control de los procesos, el inventario puede ser reducido a bajos niveles.

La reducción del inventario no sólo involucra el ahorro en inversión. Es más significativo el impacto de todas las mejoras que tuvo que haber en el proceso para llegar a la reducción de inventarios que el mismo impacto financiero en su propia cuenta. Así que el nivel de inventario es la forma de medir la eficiencia total en la producción.

La verdadera pregunta que hay que hacerse no es "Cuánto inventario es necesario?" sino "Porqué se necesita el inventario?". La existencia del inventario es un impedimento para el justo a tiempo, por lo que éste tiene que desaparecer. Algunos pueden ser fáciles de quitar, y otros, parecerá que son imposibles con los conocimientos presentes. Sin embargo, el objetivo del control de inventarios es reforzar la revisión frecuente del funcionamiento de las operaciones de producción, para ir reduciendo estos niveles.

El control de inventarios debe enfocarse en buscar que todo el inventario esté activamente en proceso y no esperando para ser procesado.

El inventario es un símbolo de problemas que no se pueden controlar, y como vimos antes estos problemas pueden ser causados por una mala programación o por un mal manejo en el control de la producción.

En realidad la producción sin inventario es el objetivo fundamental del justo a tiempo y todos los puntos que cubre este programa, son para hacer posible la reducción de inventarios.

### 2.1.2.7 ORGANIZACION

El papel de la gerencia para aumentar la productividad tiene que ser el siguiente:

- Crear una institución que tenga el constante propósito a largo plazo de cumplir los objetivos de la alta gerencia.
- Romper las barreras entre departamentos.
- Crear una atmósfera en la que la gente no tenga miedo a reportar los problemas.
- No culpar a los trabajadores de la baja productividad o la baja calidad.

Uno de los problemas que siempre ha existido en la estructura organizacional es la escasez de comunicación entre departamentos y a nivel jerárquico; esto se debe muchas veces al ambiente de trabajo, en el que los empleados trabajan sólo



para su departamento, en vez de encausarse hacia la compañía en sí.

Los Japoneses en sus compañías tratan de que sus empleados no sólo se especialicen en una sola área siendo las demás un misterio, sino que tratan de que ellos conozcan las diferentes funciones más a fondo de la compañía. Este concepto de organización, es una revolución, ya que trata de tener menos empleados en forma jerárquica, para así ir delegando más responsabilidades a un mismo nivel.

Al igual que cuando exista un problema a un nivel, éste no tenga que recorrer por varios niveles para ser solucionado, sino dejar esta responsabilidad a la gente que está viviendo el problema, para así dar una acción correctiva más rápida. Estos puntos en sí son un cambio en la cultura de la compañía ya que la gente ve qué tiene que hacer y lo hace.

Otro concepto del "Justo a tiempo" es el de supervisar y administrar por ojo, es decir, eliminar el mayor papeleo de reportes y formas que tradicionalmente se maneja, y dejar en cada módulo un tablero donde se escriba y se vea la actuación del módulo del día anterior y durante el transcurso del día. De esta forma, cualquier gente que pase enfrente del módulo podrá ver los resultados y la eficiencia de éste y tomar decisiones en el momento. (Ver figura 2.18)

### 2.1.2.B PROGRAMA CON LOS PROVEEDORES

Es de esperar que los proveedores no participen satisfactoriamente en el programa de J-A-T, sin tener ellos instalado éste. Tienen que saber cuáles van a ser las necesidades del usuario y cómo podrán estructurar su organización y sus operaciones para poder satisfacer estas necesidades. Algo muy importante es de que el usuario debe enseñar y asistir a sus proveedores en la implantación del concepto de "justo a tiempo" en sus propias plantas. La única manera en que J-A-T puede subsistir es usando éste a través de todo el sistema de producción, desde la materia prima hasta el producto terminado, y propagarlo hacia el cliente y hacia el proveedor, para así cerrar la cadena.

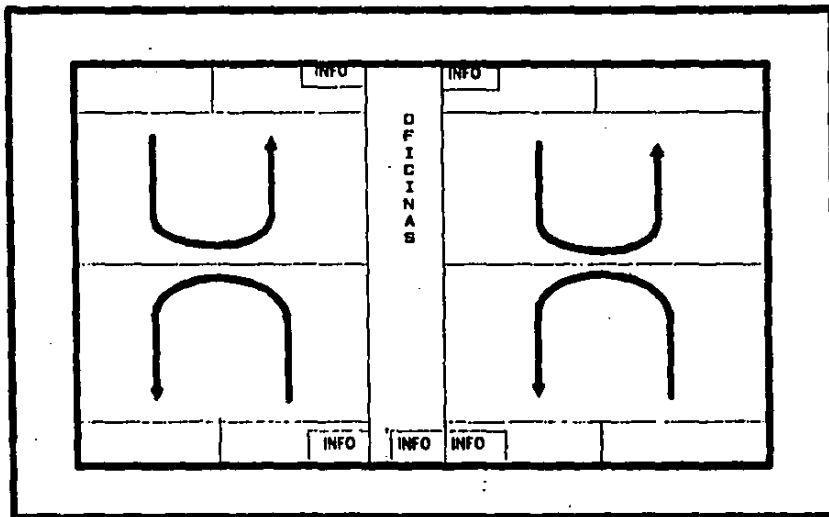
Los objetivos de un programa con los proveedores, deben ser:

- 1.- Asesorar al proveedor para mejorar su productividad y poder negociar un mejor precio.
- 2.- Reducir el inventario total en la cadena, y reducir tiempos de entrega.
- 3.- Mejorar la calidad de la materia prima mandada por el proveedor, eliminar inspección de recibo.
- 4.- Mejorar la programación para el proveedor.
- 5.- Discutir la forma más conveniente de empacar y desempacar.

Figura 2.18 SUPERVISION POR

O J O

VISIBILIDAD



- 6.- Reducir los costos de transporte.
- 7.- Reducir los costos de papelería.
- 8.- Mejorar la comunicación entre la compañía y sus proveedores.

La compañía H de motocicletas actualmente cuenta con programas con sus proveedores para que estos cambien sus instalaciones para trabajar con el concepto de "justo a tiempo". La forma en que han presentado el programa es llamándolos "Socios en la utilidad", la cual se estructura como un fuerte programa de ventas, donde la pregunta "¿Qué hay ahí para mí?" es contestada.

Los beneficios del programa M.A.N. (Material cuando se necesite) en esta compañía incluyen:

- Una relación a largo plazo con esta.
- Reducción en papeles de trabajo.
- Contratos de tres a cinco años de números de partes específicos.
- Un programa para cada número de parte mandado mensualmente, permitiendo así planear mas eficientemente los programas de trabajo para trabajar en base a un programa maestro.
- Bajar los tiempos en los cambios de partes.
- Mejor flujo en el proceso.
- Menor trabajo en proceso.
- Reducción en el ciclo de producción.
- Eliminación de inspección final (costos).
- Cooperación en la resolución de problemas.
- Estandarizar contenedores y dividir sus costos.

Uno de los dirigentes de la compañía GE admite que uno de los puntos más difíciles del concepto J-A-T es el de involucrar al proveedor en un arreglo que será de mutuo beneficio para ambos. Comenta "Nuestra filosofía es la de no involucrar al proveedor tratando de que este opere en base al J-A-T antes de que pongamos las cosas en orden en nuestras plantas. Actualmente nos estamos concentrando en que el flujo de nuestras partes que recorran los varios centros de trabajo sea en base continua y diaria, después iremos con nuestros proveedores. Pero nosotros haremos el programa dándoles algo de provecho, y así podremos demostrarles como hacerlo sin incrementar sus costos".(1)

---

(1) Drew Winter, de la revista "Industry Trend" (Jul/86), pag. 57.

CAPITULO III

INTRODUCCION AL DISEÑO E INSTALACION DEL PROGRAMA  
DE PRODUCTIVIDAD

La planta donde se instaló el programa de Justo a tiempo es una maquiladora que se encuentra en la frontera de México con Estados Unidos; es una planta nueva, lleva dos años operando. La maquiladora pertenece a una corporación donde se dedican a hacer componentes mecánicos para autos. En particular la planta cuenta con dos productos, que son:

- Volantes y
- Mangueras para frenos

Actualmente los dos productos se están manufacturando en esta planta.

El alcance de este estudio es solamente para la línea de ensamble de mangueras para frenos. En el caso de los diagramas de planta se mostrarán las dos áreas: volantes y mangueras; se muestra también el área donde en un futuro se fabricará la manguera físicamente, actualmente ésta se encuentra desocupada. En el caso de los organigramas se detallará solamente las áreas correspondientes a mangueras para frenos; cabe aclarar que las áreas de soporte (mantenimiento, procesos, etc.) como las administrativas prestan función para toda la planta en general.

Actualmente esta planta está corriendo en base a la instalación de la filosofía del "Justo a tiempo"; esta instalación fué para demostrar de lo que podía hacer el "Justo a tiempo" en una línea de un producto. Este programa significa un cambio en la forma de pensar y de actuar de toda la gente involucrada en producción. A este programa se le está dando un seguimiento, quedando todavía cosas por hacer, tal como un programa con los proveedores. Todos los beneficios que se señalan son reales.

Este programa fué una prueba piloto, para toda la corporación, y ya que los resultados fueron cuantiosos, se está implantando este sistema en varias plantas de esta corporación en Estados Unidos.

**CAPITULO IV**

**ORGANIZACION**

**- Introducción:**

En esta área, se muestra la actual estructura organizacional de la planta. Una vez que fué revisado el organigrama y las funciones específicas de cada área, se pudo identificar los cambios necesarios en la organización para poder operar eficientemente con el programa de "Justo-A-Tiempo". Este cambio en la estructura significa un cambio en la manera de administrar la planta y en la forma de trabajar (por ejemplo: Juntas diarias de equipo, aumentar responsabilidades al operador).

**- Actividades principales:**

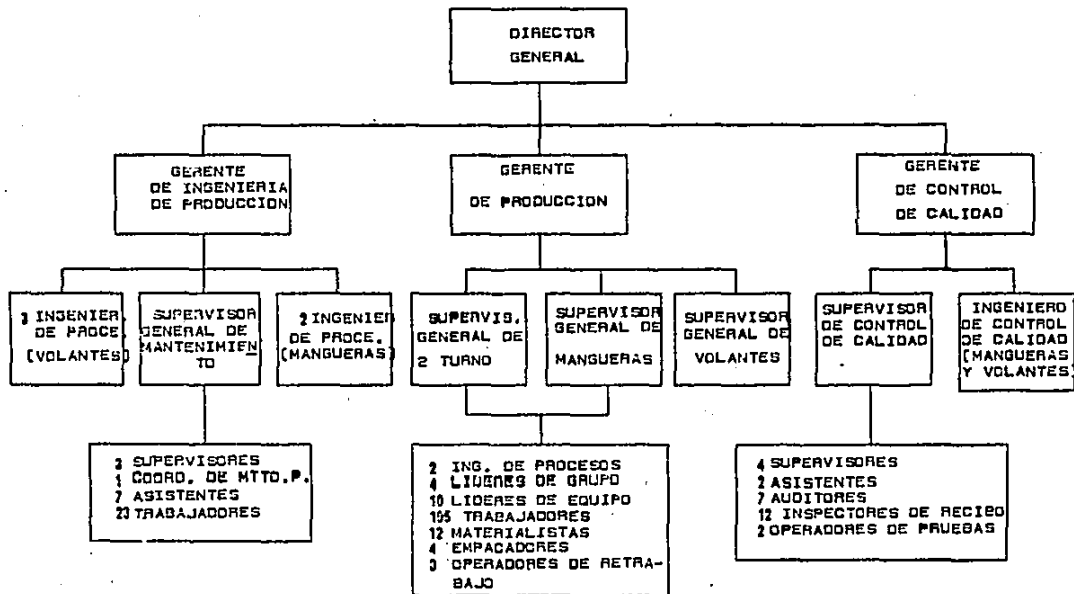
- Documentar el organigrama actual de la compañía.
- Documentar recomendaciones.
- Implementar equipos de trabajo en cada módulo.
- Implementar Juntas diarias de equipo en cada módulo.

**- Contenidos:**

- 4.1 - Organigrama actual de la compañía.
  - 4.1.1 - Organigrama actual del área de producción.
  - 4.1.2 - Organigrama actual del área de mantenimiento.
  - 4.1.3 - Organigrama actual del área de control de calidad.
- 4.2 - Organigrama propuesto.
- 4.3 - Guía básica para los operadores.
- 4.4 - Responsabilidades del líder de equipo.
- 4.5 - Recomendaciones a futuro.

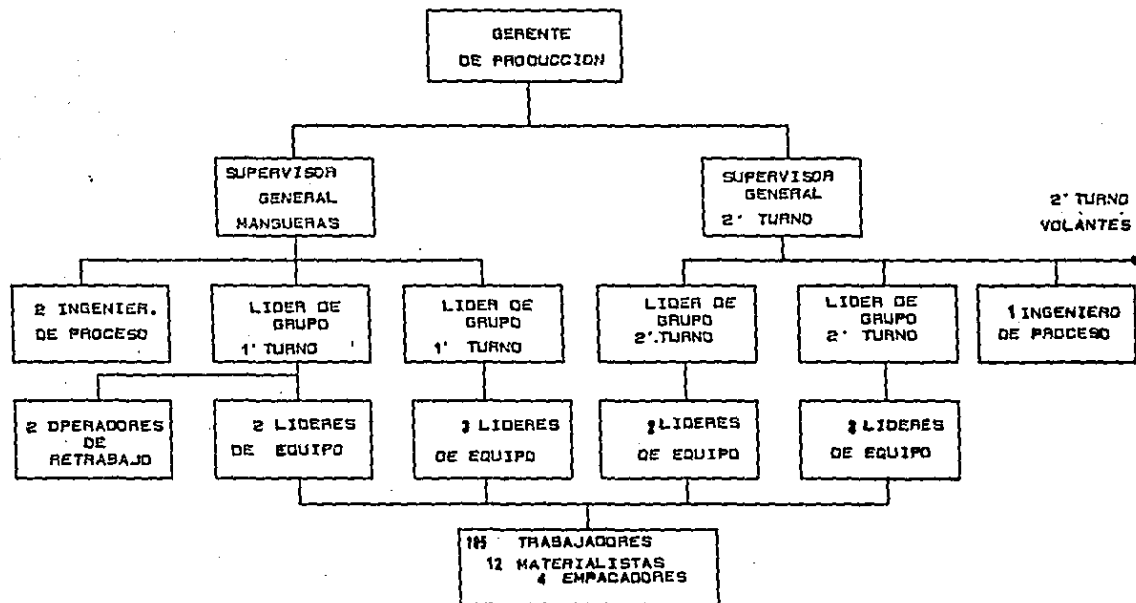
4.1 ORGANIGRAMA ACTUAL

DE LA COMPAÑIA





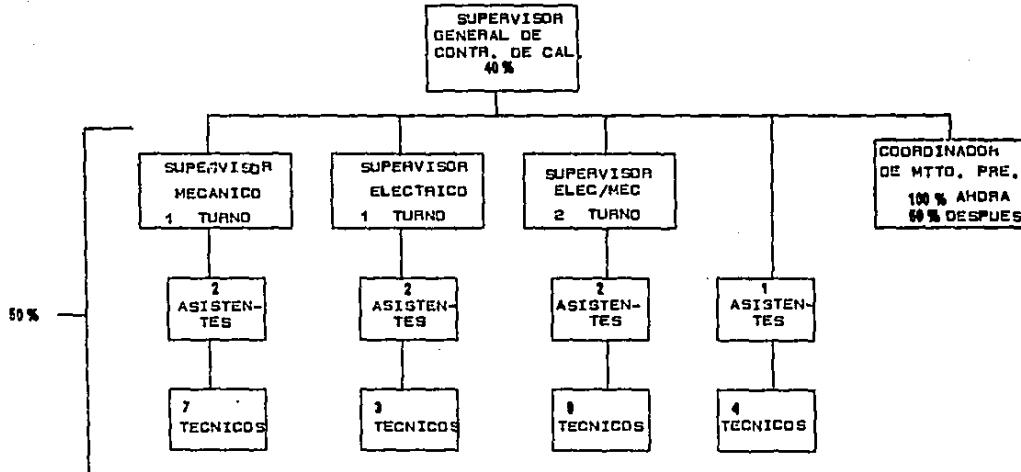
4.1.1 ORGANIGRAMA ACTUAL  
 DEL AREA DE PRODUCCION  
 (MANGUERAS PARA FRENOS)



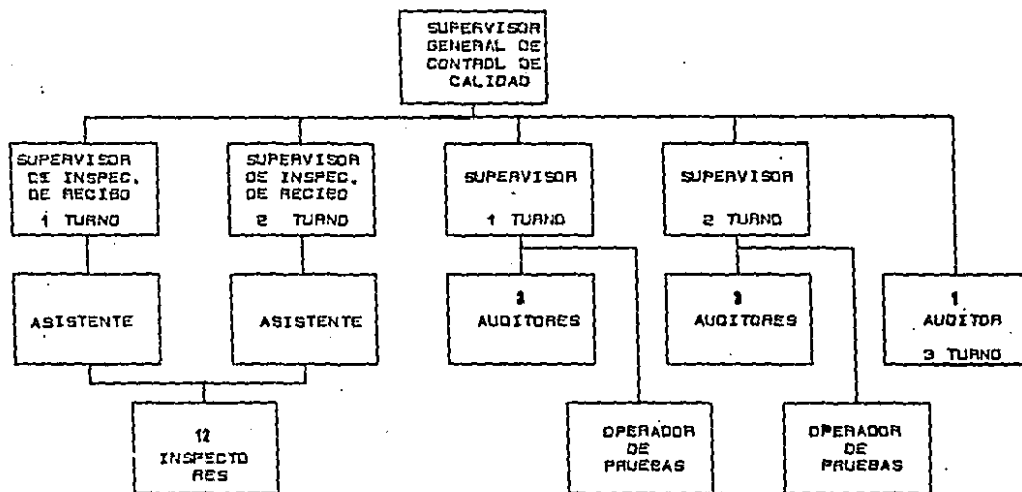
#### 4.1.2 ORGANIGRAMA ACTUAL

##### DEL AREA DE MANTENIMIENTO

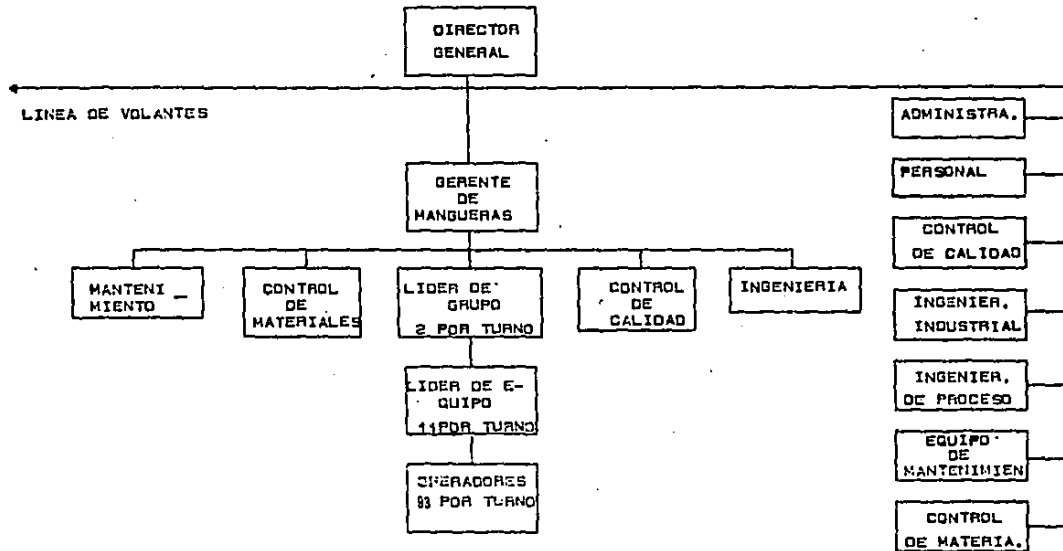
(LOS PORCENTAJES REPRESENTAN EL TIEMPO DEDICADO  
A MANGUERAS PARA FRENOS)



4.1.3 ORGANIGRAMA ACTUAL  
DEL AREA DE CONTROL DE CALIDAD



4.2 ORGANIGRAMA PROPUESTO  
 PARA EL AREA  
 DE MANGUERAS PARA FRENSOS



### 4.3 GUIA BASICA PARA LOS OPERADORES

- 1.- Mira y piensa
  - Inspecciona lo que haces.
  - Calidad es más importante que cantidad.
- 2.- Trabaja con 4 ó 5 ensambles a la vez, no más
  - No poner más de 5 ensambles en la charolas de la siguiente operación.
  - Cuando el operador después de ti tenga vacía su charola, "jala" las mangueras que sigan en tu operación de la charola de tu izquierda.
- 3.- Participa con ideas para mejorar en tus Juntas diarias de tu equipo.
- 4.- Si tienes algún problema en tus procesos, para inmediatamente y comunícalo a tu líder de equipo.
- 5.- Tu máquina es parte de tu responsabilidad.
  - Hazle un chequeo diario antes de empezar a trabajar.
  - Asegúrate de que mantenimiento cumpla con su parte.
- 6.- Aprende a realizar los cambios de parte en tu máquina, para los diferentes tipos de producto que se corran en tú módulo.
- 7.- Trabaja en equipo, tú dependes de ellos y ellos dependen de ti.
- 8.- Manten limpia tú área.
- 9.- Aprende a manejar las demás máquinas de tú módulo.

#### 4.4 RESPONSABILIDADES DEL LIDER DE EQUIPO

##### a) Producción:

- Controlar la producción del módulo.
- Entrenar a los operadores en el uso correcto de las herramientas y máquinas.
- Mantener actualizada la documentación del módulo (gráficas, reportes en el tablero, etc.).
- Tener una Junta diaria de 5 minutos con el equipo del módulo, para discutir el estado de éste, y motivar a la gente.
- Reportar al líder del grupo el estado del módulo y sugerencias para mejorar.

##### b) Cambios de partes:

- Determinar cuándo comenzar con un cambio de número de parte, en base a la programación.
- Preparar todo el herramental necesario, y llevarlo al módulo antes de comenzar el cambio.
- Avisar al auditor de que se va a realizar un cambio de parte, para que esté listo con anticipación.
- Coordinar el cambio de número de partes:
  - + Avisar a los operadores.
  - + Supervisar el cambio.
  - + Ayudar y entrenar a los operadores en el cambio de cada máquina, según sea necesario.
  - + Registrar el tiempo.
- Asegurarse de que sean los operadores quienes realicen las muestras de producción requeridas por control de calidad.
- Entregar las muestras al auditor de control de calidad inmediatamente después de completar el cambio de número de parte.
- Avisar a los operadores de que ya está aprobado el cambio de parte, para que reanuden la producción.
- Entrenar continuamente a todos los operadores en las técnicas de cambio de número de parte.

##### c) Mantenimiento Preventivo:

- Discutir problemas de mantenimiento con los operadores diariamente; definir las causas, y

- aislar las máquinas problemáticas.
- Identificar acciones correctivas y preventivas requeridas (conjuntamente con el equipo).
- Documentar las acciones propuestas y entregárselas al líder de grupo.

d) Procedimiento de respuesta de mantenimiento:

- Cuando se presente un problema de mantenimiento, asegúrese de que los operadores enciendan la lámpara apropiada (Roja: paro total; Amarilla: ritmo de producción anormal).
- Cuando sea prendida la luz roja, averiguar la causa y cerciorarse de que el área responsable arregle inmediatamente el problema.
- Mientras mantenimiento realiza la reparación, llenar la forma de "Requisición de Trabajo"; conservar una copia y dar la original a mantenimiento.
- Durante el tiempo muerto del módulo, discutir con los operadores el porqué del problema y qué se puede hacer para prevenirlo. Dar entrenamiento sobre mantenimiento o de cómo hacer un cambio de parte.
- Si el problema no es crítico (Luz Amarilla), llenar la forma de "Requisición de Trabajo"; y tratar de programar la reparación para un descanso o la hora de la comida.
- Conservar una copia de la requisición para asegurarse de que mantenimiento ha sido informado.
- Al final del turno, llenar la forma de "Historial de Reparaciones" por máquina, y la hoja de tiempos muertos.

e) Lista de chequeo para mantenimiento preventivo:

- Al principio de cada turno, checar que los operadores completen su lista de chequeo para su máquina.
- Entrenar a los operadores del módulo, para que realicen la lista de puntos a checar de su estación de trabajo.
- Si se encuentra un problema potencial, preparar la requisición de trabajo asignándole una prioridad (A, B o C). Entregar la requisición al personal de mantenimiento correspondiente, y conservar la copia junto con la lista de puntos

a chequear, para poder darle seguimiento a la compostura.

- Escribir el número de requisición en el renglón de la lista de chequeo correspondiente.
- Cada semana entregar las listas de chequeos al líder de grupo, explicando el estado de las máquinas y los principales problemas.

f) Limpieza:

- Asegurarse de que los operadores mantengan limpia y ordenada su área de trabajo.
- Mantener libres los pasillos, ordenar en el interior del módulo los contenedores al igual que las partes rechazadas.
- Asegurarse de que los guantes usados sean puestos en el contenedor correspondiente.

g) Manejo de materiales:

- Mover los contenedores de mangueras, coples de bronce y tubo y blocks del área de inspección al área de entrada del módulo.
- Mantener con suficiente material las estaciones de trabajo de los operadores.
- Asegurarse de que los operadores no pasen más de 4 a 5 mangueras a la vez, mantener el ritmo del módulo.



## 4.5 RECOMENDACIONES A FUTURO

ASUNTO	ACCION REQUERIDA
Equipo del módulo Juntas	Continuar las Juntas diarias de 5 minutos en cada módulo con los operadores. Establecer una junta de 1/2 hora semanal o quincenal, para discutir a fondo los mayores problemas, asuntos de entrenamiento y sugerencias para mejorar.
Líderes de equipo	Convertir la posición de líder de equipo a personal de confianza; tener uno para cada módulo.
Gerente de producto	Dar la responsabilidad total en todas las áreas (producción, control de calidad, manejo de materiales, mantenimiento, etc.) a una sola persona.
Organización	Reestructurar la organización, de tal modo que el gerente de mangueras para frenos tenga parte del control de las áreas soporte.
Entrenamiento del operador	Continuar con los esfuerzos de entrenar a cada operador en cada máquina diferente en todos los distintos módulos, para tener flexibilidad en la gente.
Equipos de módulos permanentes	Mantener, el más tiempo posible, a la gente dentro de un mismo equipo. Para así generar un atmósfera competitiva entre cada equipo.
Equipo de análisis de cambios de parte	Crear un equipo de análisis de cambios de parte, con un representante de las áreas involucradas. El equipo estará encargado de reducir los tiempos en los cambios de parte, entrenamiento en los mecanismos involucrados en los cambios, documentación de propuestas e implementaciones.

ASUNTOACCION REQUERIDA

Equipo  
permanente  
de M.P.

Crear un equipo permanente de mantenimiento preventivo, con un representante de cada área involucrada. El equipo se encargará de forzar a que se sigan los procedimientos de M.P., actualización de procedimientos, y resoluciones de problemas críticos de M.P.

CAPITULO V

DISEÑO DE MODULOS

#### - Introducci3n:

En esta fase del proyecto, se hizo un an3lisis de tecnolog3a de grupos en los diferentes productos de mangueras para frenos; 3stos se fueron agrupando en forma de familias. Para formar las familias se us3 el 3ndice promedio del programa de producci3n y su m3ximo, formando cada familia un diferente m3dulo. Como resultado, se obtuvieron 11 m3dulos de mangueras para frenos, 3stos fueron dise1ados. Se cubrieron algunos problemas de herramientas y maquinarias, quedando algunos detalles menores por concluir como algunas alternativas de m3todos de proceso.

#### - Actividades principales:

- An3lisis de tecnolog3a de grupos.
- Dise1o de m3dulos de manufactura.
- Localizaci3n de los m3dulos dentro de la planta.
- Documentaci3n del personal requerido dentro de los m3dulos.
- Entrenamiento sobre la filosof3a del "Justo a Tiempo" a supervisores y a operadores.

#### - Contenidos:

- 5.1 - Descripci3n del producto, de sus componentes y del proceso original.
- 5.2 - Estudio de la tecnolog3a de grupos.
- 5.3 - Diagrama de los m3dulos y recomendaciones.
- 5.4 - Recomendaciones generales.

## 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, DE SUS COMPONENTES Y DEL PROCESO ORIGINAL

Primero que nada describiremos al producto y a sus componentes, estos son:

Materias primas:

- 31 tipos de mangueras
- 10 tipos de coples de acero
- 5 tipos de coples de bronce
- 4 tipos de tubo y block
- 10 tipos de abrazaderas
- 2 tipos de collarines
- 2 tipos de mangas

Producto terminado: - 34 tipos de mangueras para frenos

### Definiciones:

a) Manguera: componente por el cual fluye el fluido a una alta presión, consta de varias capas: hule, corcho y nylon para así dar una mejor resistencia a la tensión y a la presión. Los tipos de manguera varían solamente por sus dimensiones longitudinales. Las mangueras necesitan ciertos códigos en su exterior para su identificación, en la figura 5.1 se muestra un ejemplo.

b) Cople de acero, cople de bronce y tubo y block: terminales de la manguera, las cuales conectan el conducto del sistema de frenos con la manguera, esta pieza controla la orientación de la manguera en el vehículo. Por lo menos todas las mangueras llevan un cople de acero.

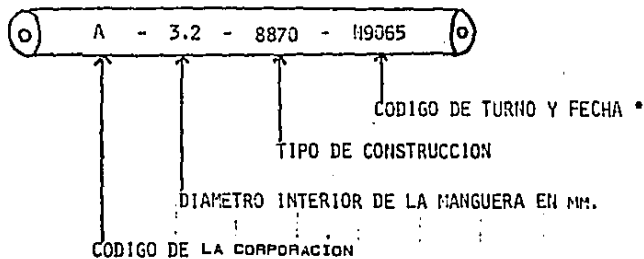
c) Abrazadera y collarín: componente que va en medio de la manguera y sirve para fijar la manguera y darle una dirección determinada.

d) Manga: Componente de hule, sirve para dar protección a la manguera, cuidandola de roces con partes de acero.

e) Manguera para frenos: componente del sistema de frenos de un vehículo, por medio de éste se inyecta un fluido a alta presión el cual hace accionar a los frenos del vehículo. Este artículo tiene normas muy rigurosas por el gobierno de E.U.A., por el cliente y por la corporación, siendo las de este último las más rigurosas. Cada auto cuenta con dos mangueras, las cuales varían por la orientación determinada que las terminales le dan.

Figura 5.1

LETRAS DE IDENTIFICACION EN LAS MANGUERAS



\* EJEMPLO: CODIGO DE TURNO Y FECHA

N 9 0 6 5

ANO (5 = 1985)

DIA DEL MES (01 = PRIMER DIA DEL MES)

MES (1-9 = DE ENERO A SEPTIEMBRE)

0 = OCTUBRE

N = NOVIEMBRE

D = DICIEMBRE

CODIGO DE TURNO:

M = PRIMER TURNO

N = SEGUNDO TURNO

P = TERCER TURNO

- NOTA: - Cada producto terminado es para un específico vehículo y un lado determinado.
- El porque de tantos tipos de mangueras, se debe a que el diseño de los vehículos empieza desde el producto terminado y termina en los diferentes componentes, por lo que los vehículos tienen diferente tipos de: suspensión, calibradores, sistema de dirección, llantas, etc.
  - En el cuadro 5.2 se muestra la explosión de materiales, para cada producto terminado.

A continuación, se describirá el flujo del material desde que llega al almacén hasta que sale como producto terminado, pasando así por cada uno de los diferentes departamentos, estos son:

- 1 - Descarga del material en el área de recibo.
- 2 - Almacenaje del material antes de inspección.
- 3 - Inspección 100% a mangueras (identificación legible).  
Inspección por muestreo a la demás materias primas.
- 4 - Almacenaje del material aprobado.
- 5 - Requisición de producción para el material, estos procesos son por departamentos, se corrían grandes lotes en cada operación.
- 6 - Esmerillado de la manguera.
- 7 - Delineado de la manguera.
- 8 - Doblado de tubo y block.
- 9 - Ensamble y remache de tubo.
- 10 - Primer ensamble.
- 11 - Primer remache.
- 12 - Congelación de la manga y ensamble de esta.
- 13 - Remache de collarín.
- 14 - Remache y orientación de abrazadera con terminal.
- 15 - Inyección de anillos de plástico (grommets) alrededor de la manguera.
- 16 - Ensamble de la última terminal.
- 17 - Remache del segundo ensamble.

Los siguientes departamentos pertenecían a control de calidad:

- 18 - Prueba de fuga.
- 19 - Inspección.
- 20 - Empaque.
- 21 - Almacenaje del producto terminado.
- 22 - Embarque.

Veremos ahora, una breve descripción de los diferentes procesos y sus funciones específicas:

EXPLOSION DE MATERIALES  
CUADRO 5.1

ESTÁ TESIS NO DEBE  
REPRODUCIRSE EN LA  
BIBLIOTECA

# ENSAMBLE PINAL	# MANGUERA	# COPLE ACERO	# SEGUNDA TERMINAL	# OTROS
081	1	065	717 (T Y B)	565 (ABR)
082	2	384	717 (T Y B)	566 (ABR)
083	3	065	704 (T Y B)	565 (ABR)
084	4	384	704 (T Y B)	566 (ABR)
127	5	800	703 (BRONCE)	128 (MANGA)
144	6	730	703 (BRONCE)	128 (MANGA)
267	7	800	730 (ACERO)	
269	8	800	814 (BRONCE)	597 (MANGA)
287	9	205	800 (ACERO)	
310	10	135	717 (T Y B)	566 (ABR)
323	11	135	720 (BRONCE)	522 (COLLAR.)
324	12	995	720 (BRONCE)	284 (COLLAR.)
337	13	800	703 (BRONCE)	267 (ABR)
338	14	730	703 (BRONCE)	269 (ABR)
365	15	800	703 (BRONCE)	421 (ABR)
366	16	730	703 (BRONCE)	422 (ABR)
402	17	135 (2)		
418	18	800	609 (BRONCE)	459 (ABR)
449	19	995	609 (BRONCE)	451 (ABR)
467	20	730	477 (ACERO)	
498	21	995	609 (BRONCE)	610 (ABR)
499	22	135	609 (BRONCE)	610 (ABR)
548	23	135	609 (BRONCE)	651 (ABR)
579	24	800	703 (BRONCE)	128 (MANGA)
580	25	730	703 (BRONCE)	128 (MANGA)
678	26	730 (2)		
807	27	065	704 (T Y B)	565 (ABR)
809	28	065	814 (BRONCE)	597 (MANGA)
810	29	384	814 (BRONCE)	597 (MANGA)
828	30	800 (2)		
945	31	800	609 (BRONCE)	610 (ABR)
949	32	398	275 (T Y B)	687 (ABR)
950	33	398	275 (T Y B)	686 (ABR)
962	34	445	783 (T Y B)	



**Esmerillado:** Rebajar los extremos de la manguera en forma concéntrica. Su función es la de asegurar que todo el alrededor de los extremos este a la misma distancia del centro, para que puedan ensamblarse con facilidad las terminales.

**Delineado:** Línea alrededor de los extremos de la manguera. Su función es la de tener un punto de referencia para asegurar que ya una vez ensamblada la terminal quede a la distancia estándar.

**Remachado:** doble prensado de la terminal sobre la manguera. Su función es la de fijar la terminal sobre la manguera a determinada presión, usando una guía en el interior de la manguera para que el orificio no sea obstruido.

**Congelación de manga y ensamble:** ya que el orificio de la manga es del mismo diámetro del grosor de la manguera, se cuenta con una máquina que opera de la siguiente manera: se meten dos mangas a la vez en la máquina, estas eran tomadas cada una por una aguja que sale de la parte superior de la máquina, las agujas cuentan con cuatro lados y por enmedio bajan unos expansores de PVC para abrir a cierto diámetro las mangas, luego se introducen a una cámara de helio a congelarse, las agujas salen de la cámara al igual que el expansor, se sube el expansor y las mangas caen a una charola, donde un operador las ensambla a las mangueras, teniendo que esperar a que la manga se contraiga a su dimensión original con la interperie y de esta forma no se pueda mover esta sobre la manguera.

**Orientación de terminal:** esta operación se realiza en el segundo ensamble donde se posiciona la orientación final de la manguera en base a las dos terminales y según especificaciones. Esta operación se realiza también en la máquina fijadora de abrazadera.

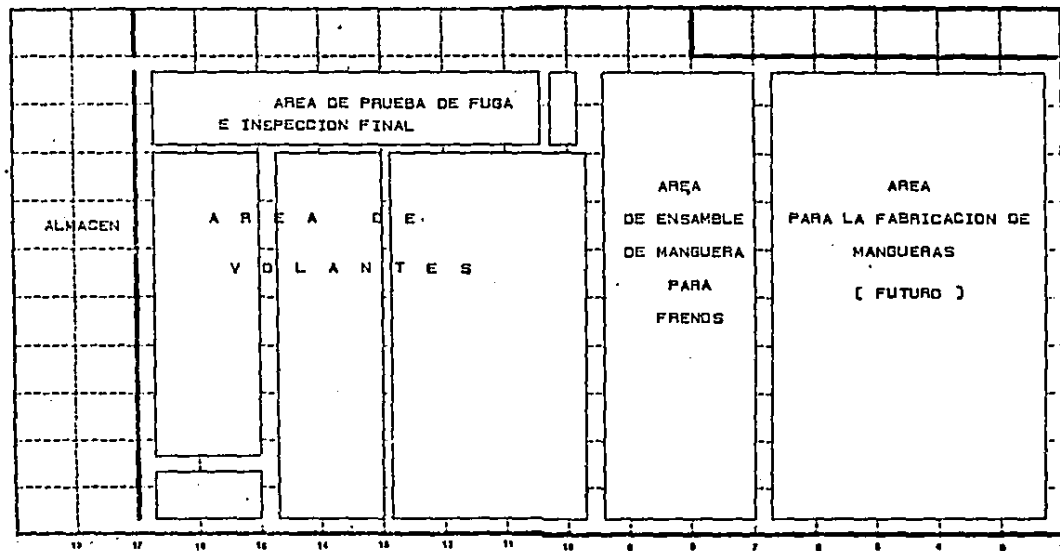
**Prueba de fuga:** se cuenta con dos tipos máquinas una de 8 estaciones y otra de 10, en cada estación es probada una manguera, en cada ciclo se montan las mangueras que permita la máquina (numero de estaciones). Esta prueba se tiene que hacer para todas las mangueras, consiste en inyectar agua a presión por un extremo de la manguera tapando el otro.

**Inspección final:** Inspección física de la manguera ya como producto terminado, todas las mangueras son inspeccionadas.

**Nota:** en la figura 5.2 se muestra el diagrama original de la planta.

Figura 5.2

DIAGRAMA ORIGINAL  
DE LA PLANTA



## 5.2 ESTUDIO DE LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

El estudio comienza con una matriz (cuadro 5.2), donde se muestran los 34 números de parte de productos terminados y las diferentes operaciones por donde pasa cada uno de ellos. Esta matriz es una herramienta que nos facilita identificar las diferentes familias de productos terminados y así saber la cantidad de módulos que se tendrán que diseñar, siendo una restricción la cantidad de máquinas disponibles; en la figura 5.3 se muestra un diagrama de flujo que se puede seguir para determinar las familias. En el cuadro 5.3 se muestra una hoja de cálculo, en la cual se tiene la cantidad propuesta de módulos, y los números a correr en ellos, en base a sus volúmenes programados de producción. Se muestran los ciclos de producción de cada operación, nombrándose la operación que será el cuello de botella en cada producto. También se muestra la cantidad máxima de horas a trabajar en cada módulo y por consiguiente la cantidad necesaria de turnos a correr.

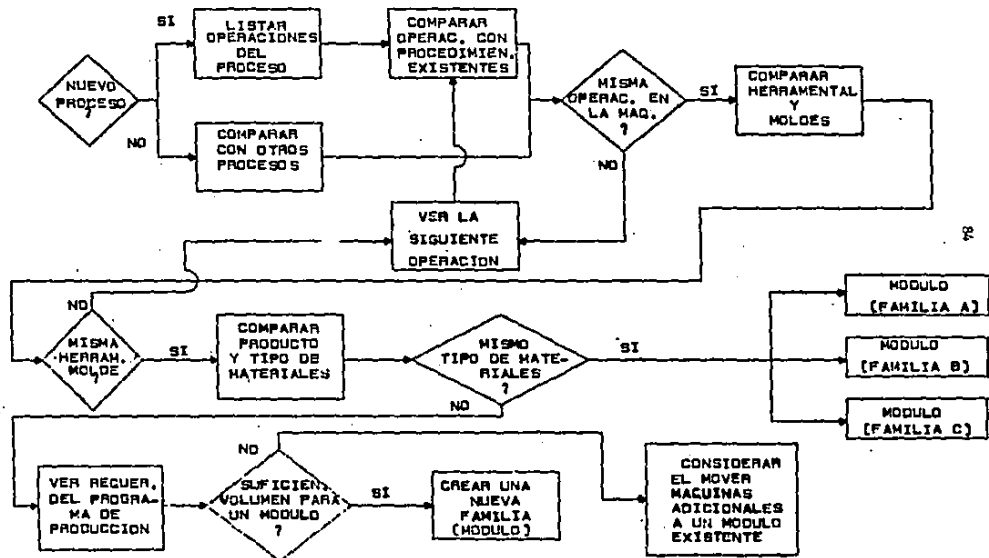
MATRIZ DE TECNOLOGIA DE GRUPOS  
(PIEZAS POR HORA)  
CUADRO 5.2

# PARTE	DELI-	DOCLADO	PRIMER	PRIMER	INDICE	REMOJE	SEGUNDO	SEGUNDO	REMOJE	CONCEL.	PRUEBA	PRUEBA	INSPEC	EMPAQUE
	NEADO	DE TUBO	ENBAR.	REMOJE	GROUPE	ABMAZAD.	ENBARB.	REMOJE	COLLARIN	PRIMA	10 STN	10 STN		
081	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
082	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
083	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
084	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
127	629		540	1010			417	465		375	431		641	2544
144	629		540	1010			417	465		375	431		641	2544
267	629		540	578	188		306	556				433	714	1282
269	629		540	578			306	1099		375	431		429	2544
287	629		540	1176			417	725				506	741	758
310	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
323	629		540	578			306	1099	199		375	431	429	2544
324	629		540	578			306	1099	199		375	431	429	2544
337	629		540	578	188	340		337			301		429	1282
338	629		540	578	188	340		337			301		429	1282
345	629		540	1099		340		337			301		429	2544
346	629		540	1099		340		337			301		429	2544
402	629		540	1176			417	725				506	741	758
448	629		540	1099		170		377			301		429	1282
449	629		540	1099		170		377			301		429	1282
467	629		540	1099			417	725				506	741	758
498	629		540	1176		170		377			301		429	1282
499	629		540	1099		170		377			301		429	1282
548	629		540	1099		340		337			301		429	2544
579	629		540	1010			417	465			431		641	2544
580	629		540	1010			417	465			431		641	2544
678	629		540	1176			417	725				506	741	758
807	629	538	540	282		170		725			301		240	1020
809	629		540	578			306	1099		375	431		429	2544
810	629		540	578			306	1099	199		375	431	429	2544
828	629		540	578	188		306	556				433	714	1282
945	629		540	578	188	340		337			301		429	1282
949	629		540	282		170		725			301		240	1020
950	629		540	282		170		725			301		240	1020
962	629		540	1010			417	465			339		641	2544

Figura 5.3

TECNOLOGIA DE GRUPOS

DIAGRAMA DE FLUJO PARA FORMAR LOS MODULOS



DISTRIBUCION DE NUMEROS DE PARTE EN LOS  
MODULOS Y CANTIDAD DE TURNOS A TRABAJAR  
CUADRO 5.3

N MODULO	N PARTE	VOLUMEN		VOL. DE PRODUC.	N DE MODULOS	N DE TURNO	HORAS/TURNOS		
		DIARIO	MAXIMO				NECES.	MAXIMO	NECES.
1 Y 3	365-66	20441	23001	3161	8	8	3.2341	.404271	.454901
	448-49	9391	9441	3161	8	8	1.32751	.163941	.186701
	498-99	8371	9441	3161	8	8	1.32751	.115941	.196701
	548	37281	41941	3161	8	8	5.89871	.737341	.829501
	945	37281	41941	3161	8	8	5.89871	.737341	.829501
	TOTAL =	111781	125761	3161	8	8	17.6861	2.21081	2.48731
2	081-2-3-4	12501	14061	1701	7	7	7.35291	.919111	1.03381
	310	311	351	1701	7	7	.182351	.022791	.025731
	607	311	351	1701	7	7	.182351	.022791	.025731
	949-50	11511	12951	1701	7	7	6.77051	.846321	.952201
	TOTAL =	24631	27711	1701	7	7	14.4891	1.81101	2.03751
4	247-828	34271	38551	1441	9	9	23.7981	2.97481	3.34631
	TOTAL =	34271	38551	1441	9	9	23.7981	2.97481	3.34631
5	337-38	13281	14941	1441	10	10	9.22221	1.15271	1.29681
	TOTAL =	13281	14941	1441	10	10	9.22221	1.15271	1.29681
6 Y 11	287	69581	78281	5061	8	8	6.87541	.859431	.766891
	402	96931	109051	5061	8	8	9.57301	1.19721	1.34691
	467	3711	4171	5061	8	8	.366601	.045821	.051501
	678	6641	7471	5061	8	8	.656121	.082011	.092231
	TOTAL =	176961	198971	5061	8	8	17.4761	2.18451	2.45761
7,8,9 Y 10	127	48461	54521	4311	10	10	2.81091	.351361	.395301
	144	48461	54521	4311	10	10	2.81091	.351361	.395301
	269	13801	15531	3751	10	10	.921	.1151	.129411
	323-24	18951	21321	1991	12	12	2.38061	.297581	.3347991
	579-80	13281	14941	4311	8	8	.770301	.096281	.108321
	809-10	79411	89341	3751	10	10	5.2941	.661751	.74451
	962	7311	8221	3391	9	9	.539021	.067381	.075771
	TOTAL =	125441	141131				15.5251	1.94071	2.16341

## 5.3 DISEÑO DE MÓDULOS Y RECOMENDACIONES

Tipo de módulos:	Terminal hembra de bronce y abrazadera.
Número (s) de módulo (s):	Uno y tres.
Números de ensamble:	365,366,548,498,499,446,449, 945.
Tasa máxima de producción:	-316 piezas/hora (prueba de fuga).

ASUNTO

Guardas de metal y puertas de seguridad en la máquina fijadora de abrazaderas

ACCION REQUERIDA

Quitar las guardas en una máquina proporcionando seguridad a los operadores. Si se tienen buenos resultados, aplicar a todas las mismas máquinas.

Diagrama 5.1 MODULO #1

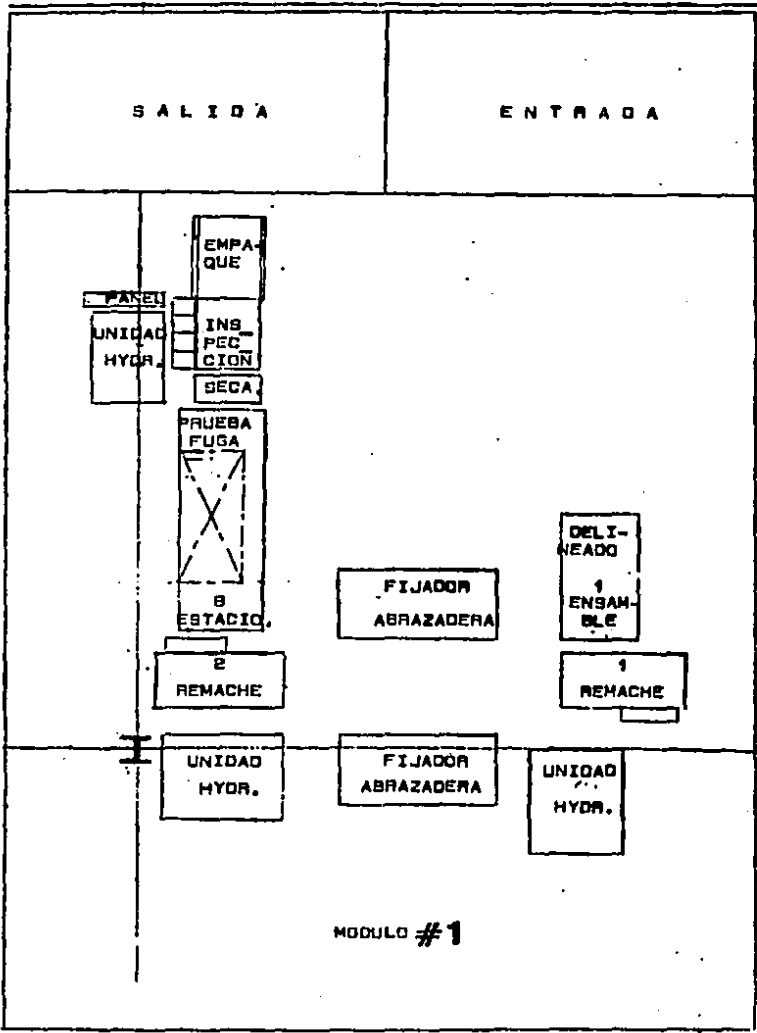
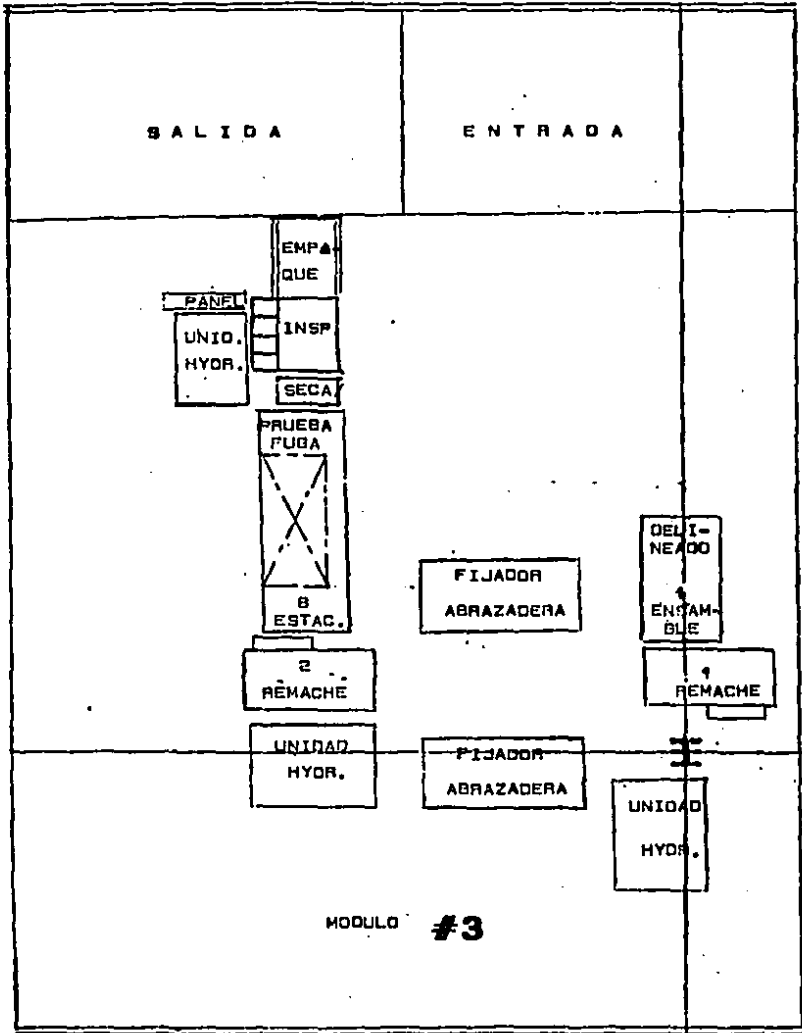




Diagrama 5.2 MODULO #3



Tipo de módulo:	Abrazadera hembra con tubo y block.
Número (s) de módulo (s):	Dos.
Números de ensamble:	081,082,083,084,949,950,310,807.
Tasa máxima de producción:	-170 piezas/hora (fijador de abrazadera).

**ASUNTO**  
-----

**ACCION REQUERIDA**  
-----

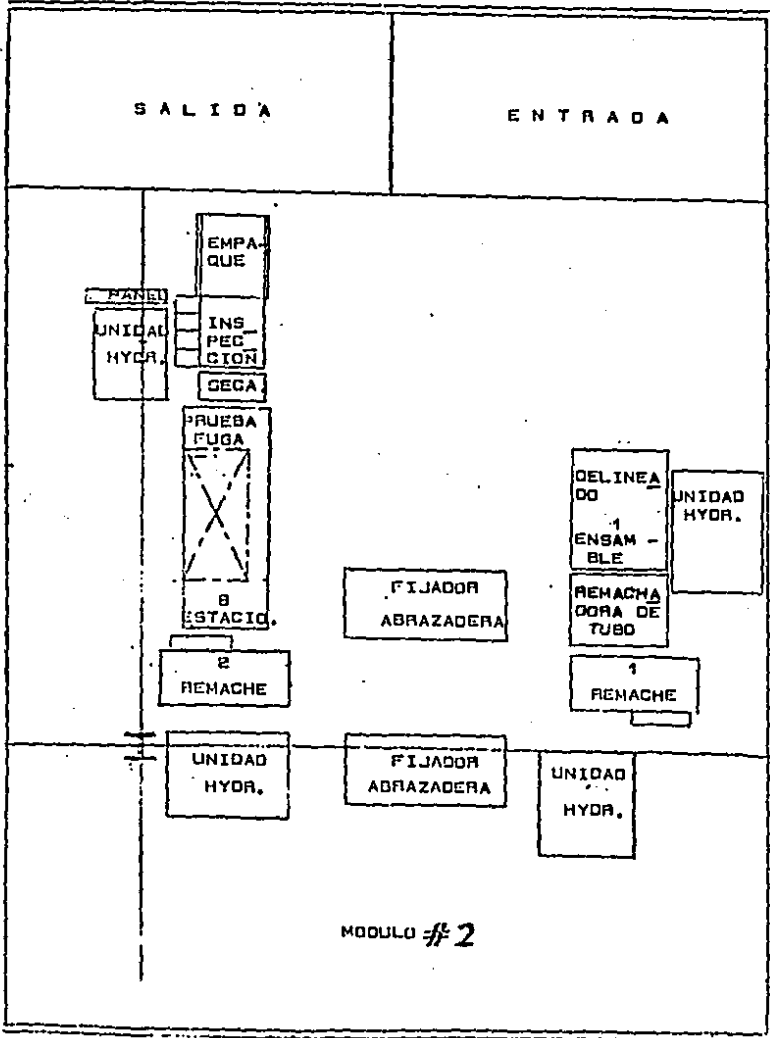
Aumentar la flexibilidad en el módulo

Aumentar una remachadora, un herramienta para el primer ensamble y las charolas necesarias entre operaciones para que los productos con ensamble de cople de bronce y abrazadera se puedan hacer también en este módulo. Se podrían correr los siguientes números de ensamble: 365, 366, 348, 498, 499, 448, 449, 945.

Herramental para el fijador de abrazadera

Adquirir un juego adicional de herramienta para el fijador de abrazadera para todos los ensambles de tubo y block; esto hará que la operación con más bajo nivel sea la máquina de prueba de fuga, sumando así la capacidad del módulo a 233 piezas/hora.

Diagrama 5.3 MÓDULO #2



Tipo de módulo:	Anillo con abrazadera.
Número (s) de módulo (s):	Cinco.
Números de ensamble:	337,338; y también cualquier ensamble con cople hembra de bronce.
Tasa máxima de producción:	-244 piezas/hora, para 337-38 (moldeo de anillos). -316 piezas/hora, para los demás ensambles (prueba de fuga).

ASUNTO

ACCION REQUERIDA

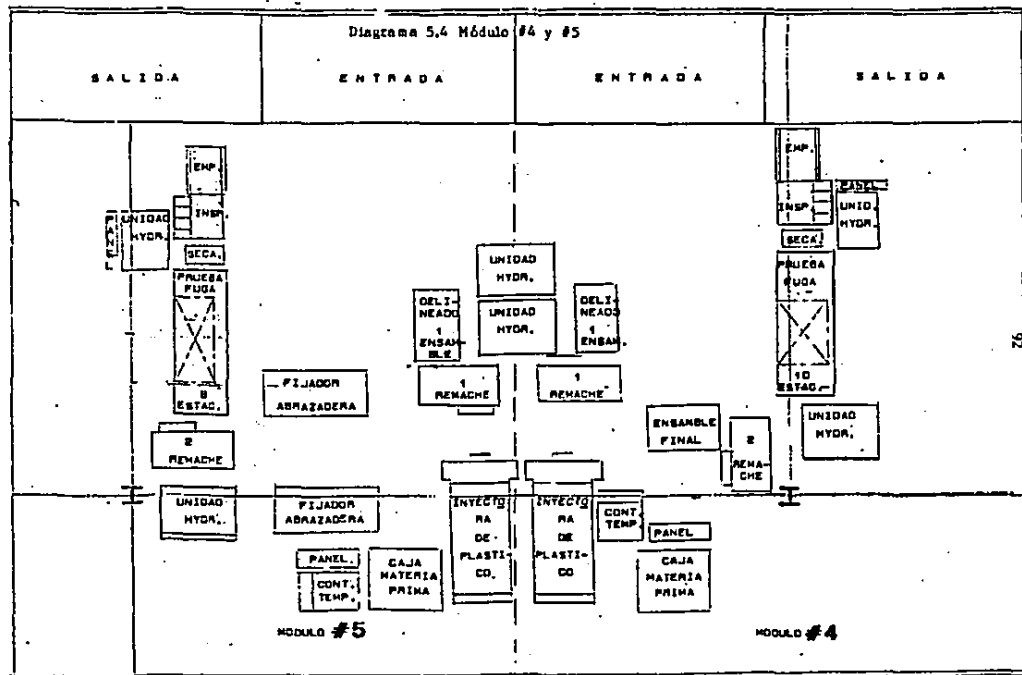
Juego adicional de moldes para anillos

Adquirir un juego adicional de moldes para anillos para los ensambles 337-38 esto aumentará la capacidad de producción del módulo; subiéndola al ritmo de la prueba de fuga.

Número de parte nuevo

Modificar el módulo para poder producir el número de parte nuevo 325 (sin abrazadera).

- Ensamblar, en segundo ensamble, en la máquina fijadora de abrazadera.
- o
- Diseñar una máquina para el segundo ensamble, que se pueda poner en la máquina fijadora de abrazadera, para facilitar un rápido cambio de parte.



Tipo de módulo:	Doble cople de acero.
Número (s) de módulo (s):	Cuatro (con anillos), seis y once.
Números de ensamble:	828,402,467,297,679, 267 (con anillos -grommets-).
Tasa máxima de producción:	-506 piezas/hora (prueba de fuga) -244 piezas/hora (moldeo de anillos).

**ASUNTO**  
-----

**ACCION REQUERIDA**  
-----

Segundo ensamble vertical

Diseñar una máquina de segundo ensamble vertical, determinando las ventajas de esta contra las horizontales. Si se tienen buenos resultados implementar esta en los módulos.

Juego adicional de moldes para anillos

Adquirir un juego adicional de moldes para anillos para el ensamble # 267; esto aumentará la capacidad de producción del módulo; subiéndola al ritmo de la prueba de fuga.

Diagrama 5.5 MODULO #5

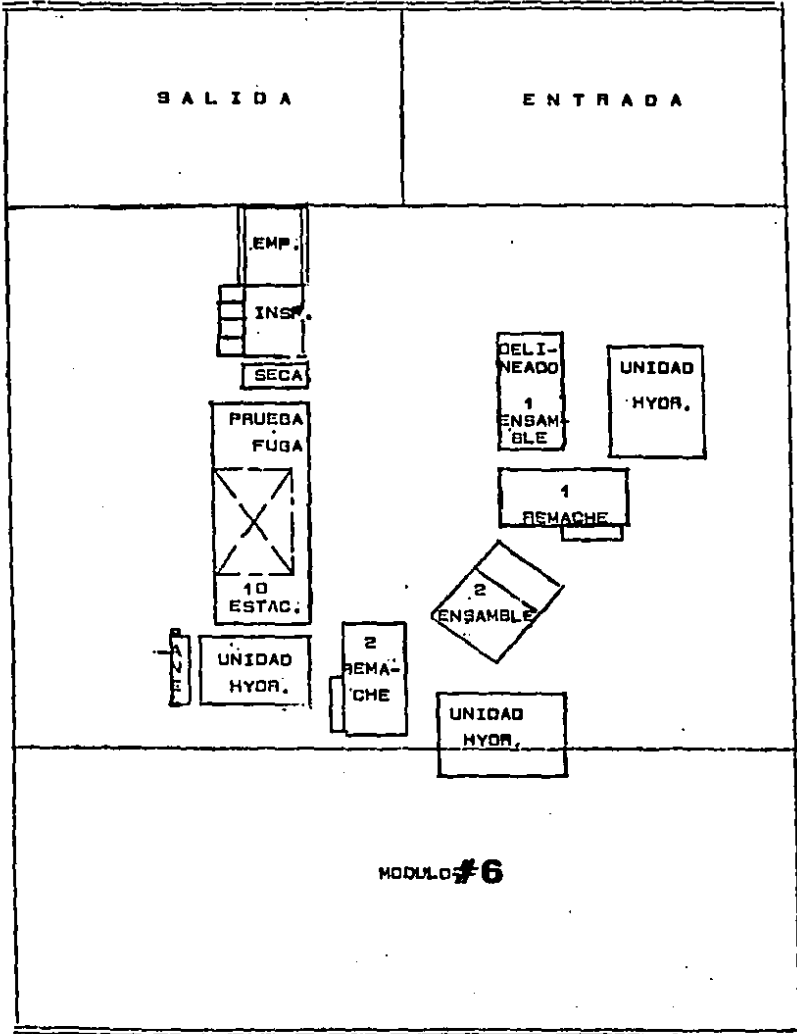
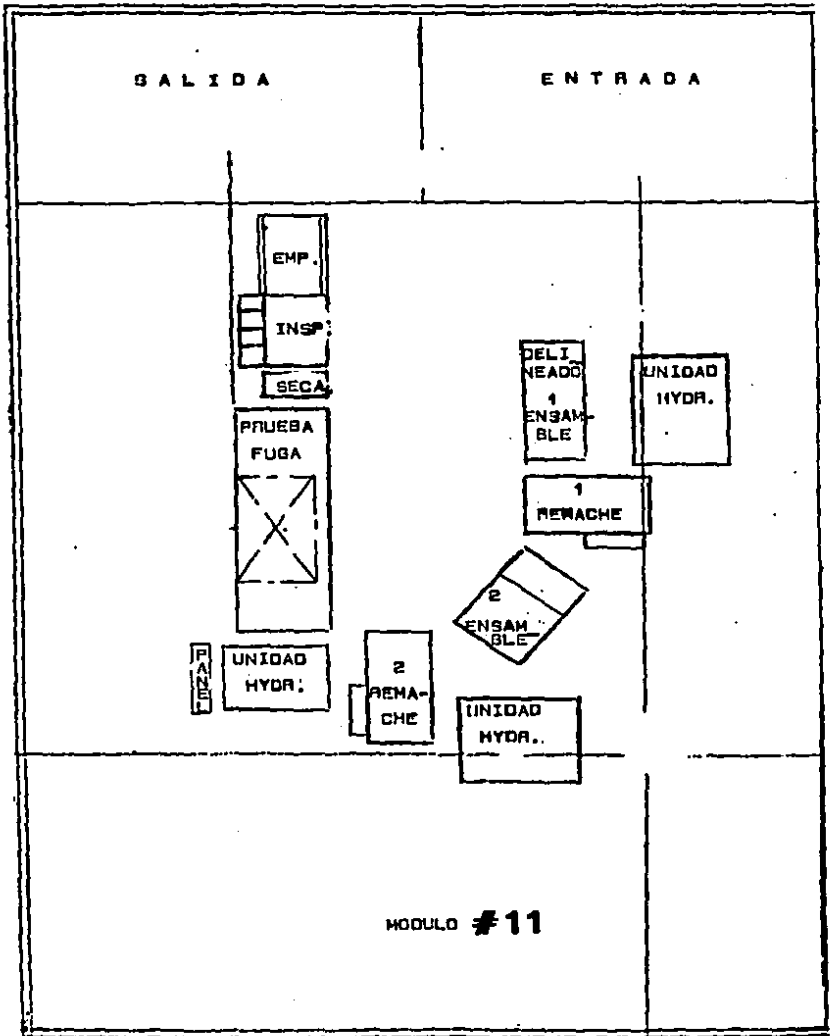


Diagrama 5.6 MODULO #11





Tipo de módulo:	Mangas de hule.
Número (s) de módulo (s):	Siete, ocho, nueve y diez.
Números de ensamble:	127,144,269,809,810,962,579, 580,323,524.
Tasa máxima de producción:	-375 piezas/hora, para 269,809-10 (congeladora de mangas). -431 piezas/hora, para 127,144 579,580 (prueba de fuga). -339 piezas/hora, para 962 (prueba de fuga). -199 piezas/hora, para 323-24 (remache de collarín).

ASUNTOACCION REQUERIDA

Maquinas congeladoras de mangas

Rediseñar las máquinas expansoras de mangas para que puedan ensamblar tanto mangas delgadas como anchas. Sustituir las máquinas congeladoras de mangas por las máquinas expansoras de mangas con aire, rediseñar los módulos de acuerdo al tamaño de estas estaciones de trabajo y al espacio vacío de las máquinas congeladoras de mangas. Esto aumentará la flexibilidad en el módulo ya que se podrán ensamblar en este mismo manueras con mangas anchas y mangas delgadas.

Remache de collarín (módulo ?)

Adquirir otra máquina remachadora de collarín para aumentar la capacidad del módulo.

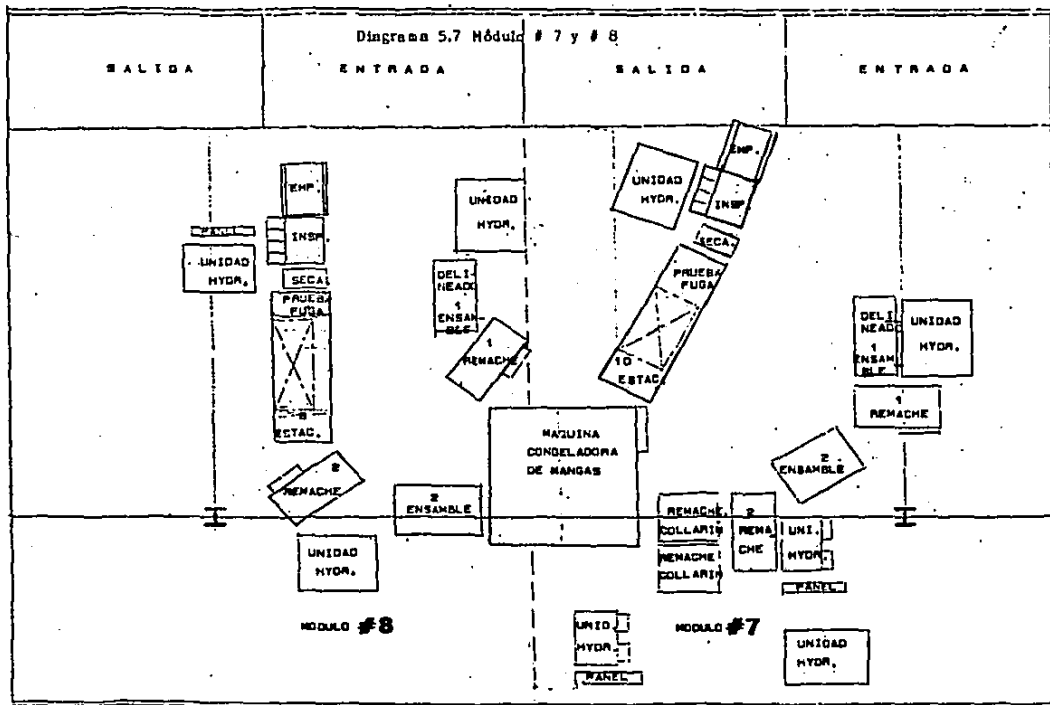
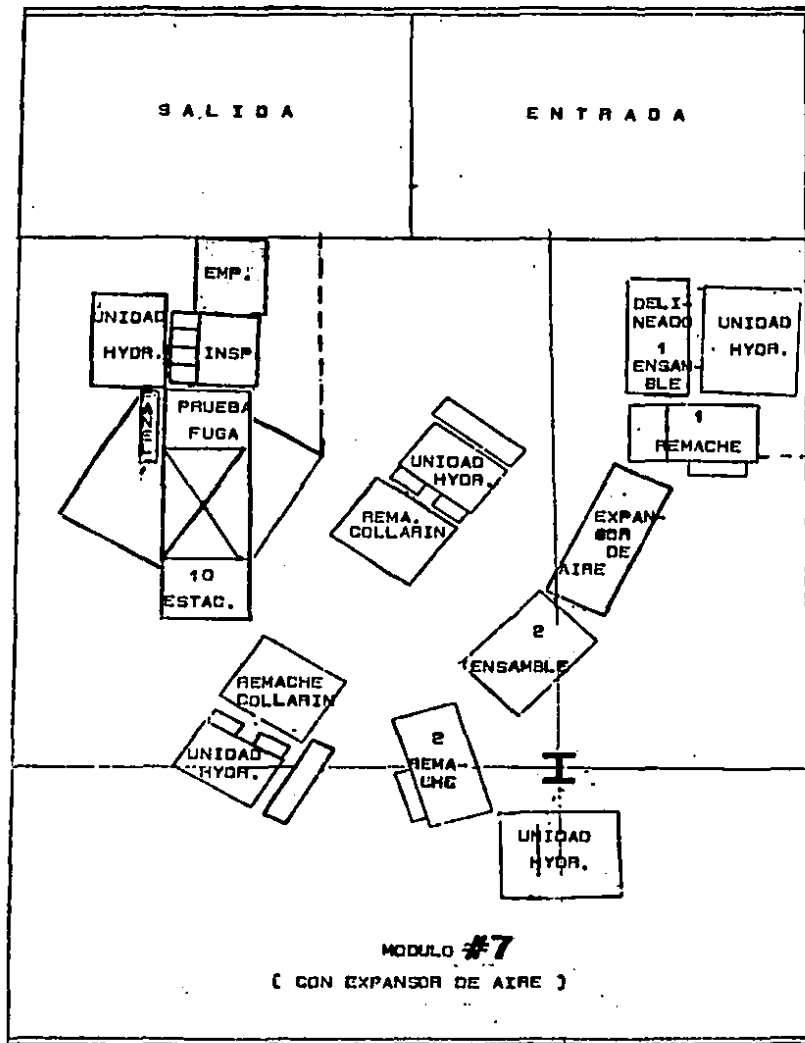
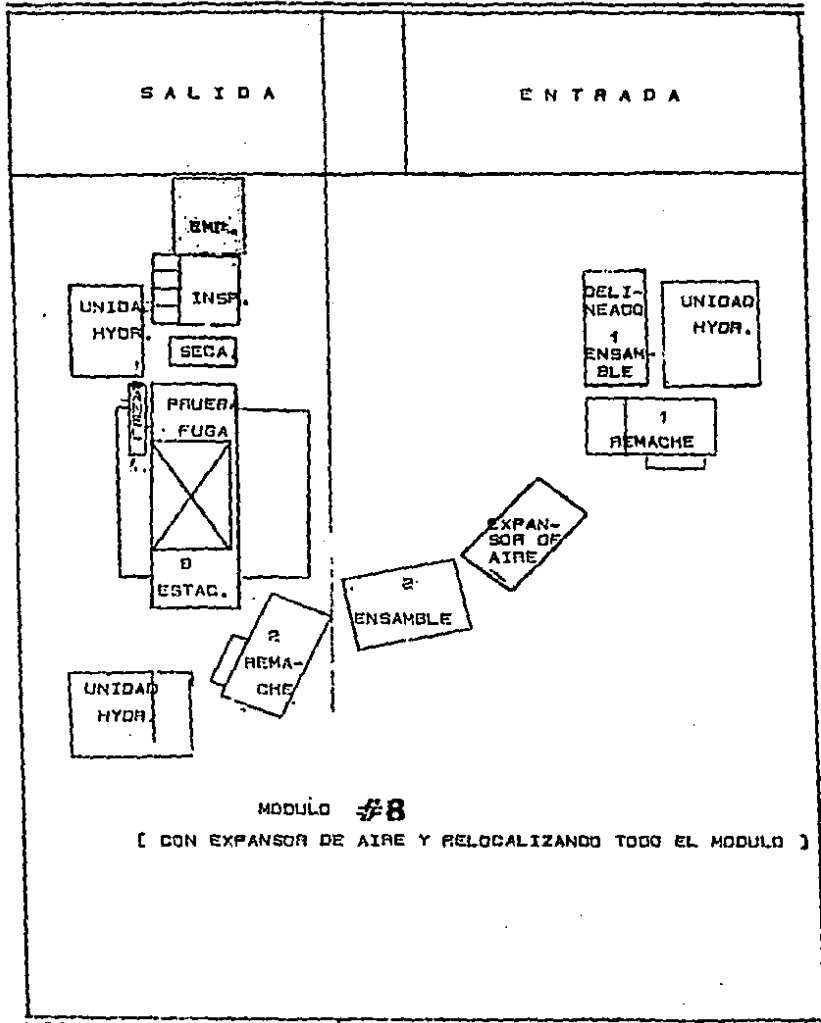


Diagrama 5.8 MODULO #7.



MODULO #7

( CON EXPANSOR DE AIRE )



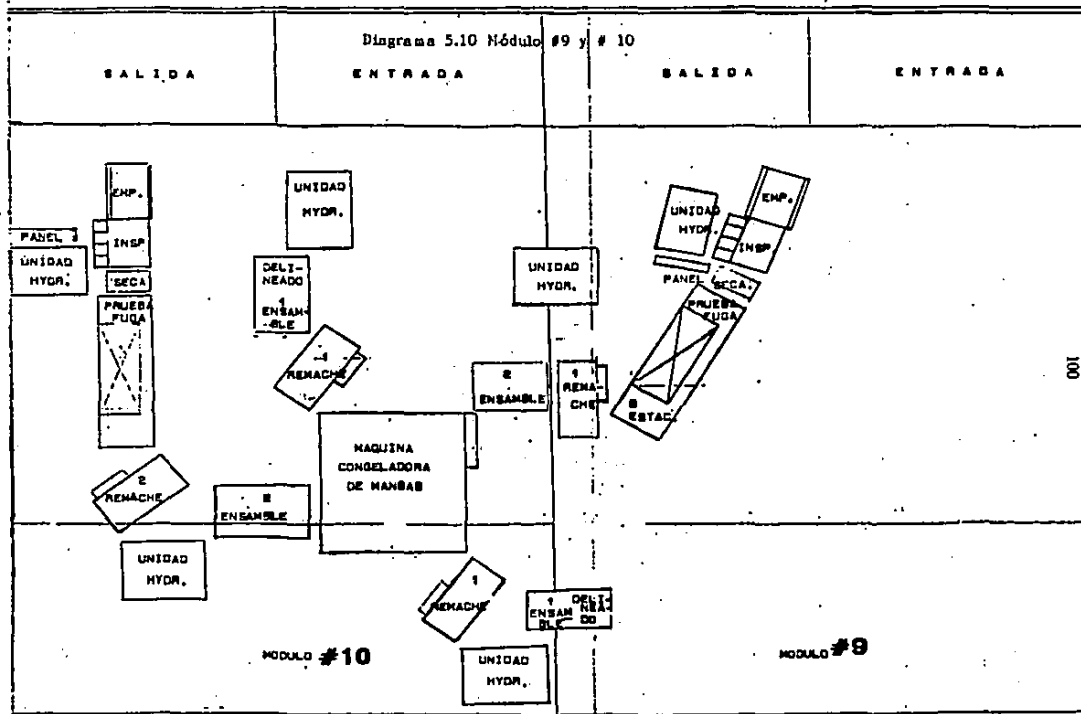
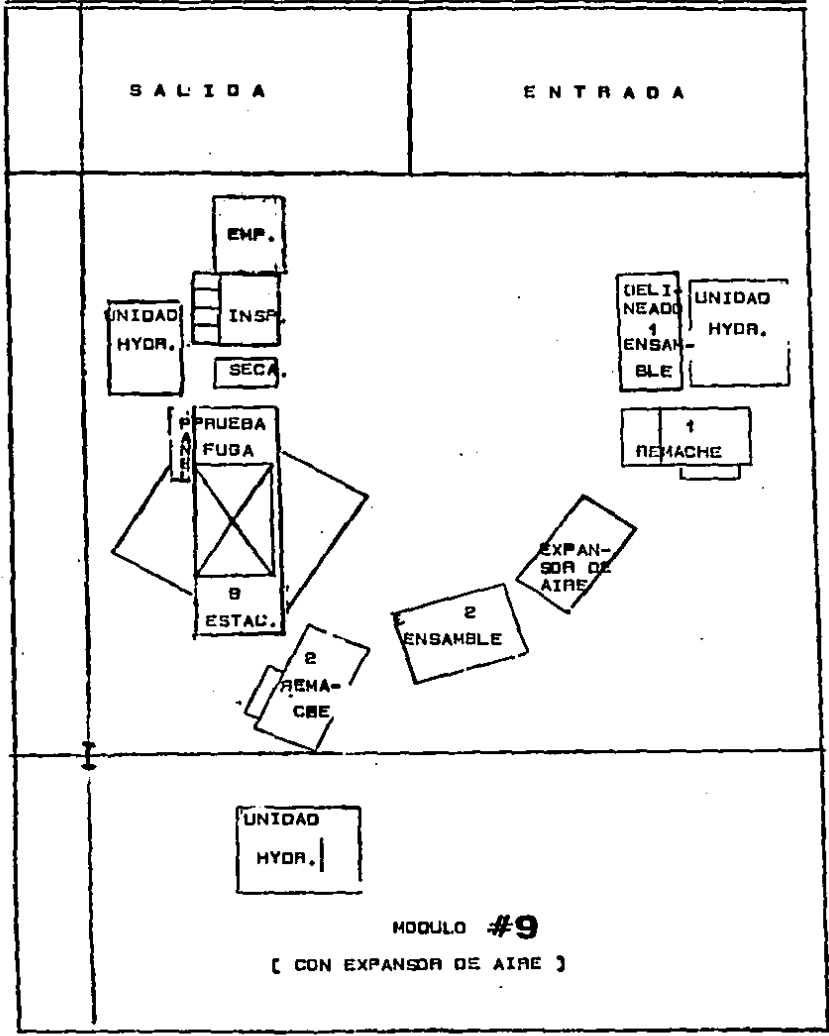
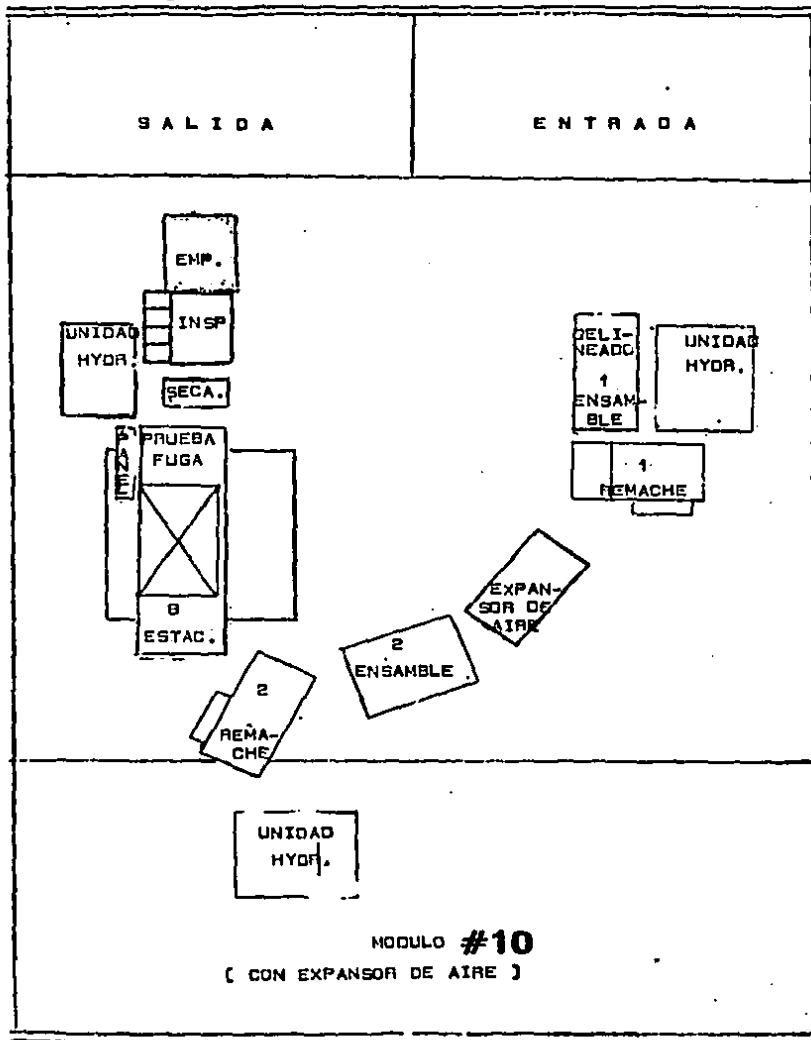


Diagrama 5.11 MODULO #9



102  
Diagrama 5.12 MODULO #10



## S.4 RECOMENDACIONES GENERALES

ASUNTO -----	ACCION REQUERIDA -----
Uso de expansores de aire	Quitar las máquinas congeladoras de mangas de los módulos, usando en vez de estas los expansores de aire que se tenían antes, rediseñar módulos afectados.
Máquina vertical de 2' ensamble	Determinar la eficiencia de una máquina vertical de 2' ensamble. Si el diseño es aprobado, se puede considerar el quitar un operador ya que se mejorarían los resultados de orientación del 2' cople.
Inspección del delineado	Instalar tablas para checar la localización del delineado en la máquina de primer remache, para eliminar el inspector que está en los módulos donde se ensamblan las mangas. Si no hay ningún problema, haga responsables a estos operadores de la inspección del delineado.
Inspección del largo del ensamble	Ya que las remachadoras tendrán sus tablas necesarias, determine si hay tiempo suficiente para checar el largo y la orientación del cople, haga la prueba en un módulo piloto.



**CAPITULO VI**

---

**CAMBIOS DE PARTES**

#### - Introducción:

En esta fase del proyecto, el enfoque es dirigido a: al análisis de los actuales cambios de partes, a identificar posibles mejoras y los costos relacionados de éstos.

Uno de los puntos críticos para hacer cambios de partes rápidos es el de delegar esta actividad a los operadores, haciendo el cambio en sus máquinas correspondientes, y no como antes que lo hacía el líder de equipo. Por lo que es necesario el dar entrenamiento a los operadores para que sean capaces de realizar los cambios de partes necesarios.

#### - Principales Actividades:

- Formar un equipo de análisis para la reducción de los cambios de partes.
- Análisis de los tiempos actuales de cada cambio de parte para cada máquina.
- Identificación y documentación de las posibles mejoras para la reducción de estos tiempos.
- Estimación de costos para la instalación de los programas propuestos.
- Ejemplo de forma para analizar un cambio de parte.

#### - Contenido:

- 6.1 Requerimientos para los cambios de parte
- 6.2 Procedimiento general de cambios de partes
- 6.3 Tiempo de cambio de parte por módulos
- 6.4 Ejemplo de un análisis de cambio de parte
- 6.5 Recomendaciones generales
- 6.6 Mejoras por máquina



## 6.2 PROCEDIMIENTO GENERAL DE CAMBIOS DE PARTES

RESPONSABLE	ACCION
-----	-----
Líder de grupo	1.- Programa diariamente los cambios de número de parte en base al programa de producción. 2.- Notifica a los líderes de equipo de los cambios de parte a realizar durante el día.
Líder de equipo	3.- Determina cuándo hacer el cambio, comparando la producción contra los requerimientos. 4.- Prepara el herramental necesario para el cambio, llevándolo al módulo antes de iniciar el cambio. 5.- Notifica al auditor de control de calidad, para que esté preparado de hacer las revisiones necesarias. 6.- Coordina el cambio de partes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avisa a los operadores de empezar el cambio de parte.</li> <li>- Supervisa los procedimientos, y documenta el cambio.</li> <li>- Da apoyo al operador o máquina que lo necesite.</li> <li>- Documenta el tiempo del cambio (desde que se paró de producir hasta que se empieza a producir continuamente).</li> </ul>
Operador	7.- Termina la última pieza del número de parte a cambiar y la pasa a la siguiente operación. 8.- Toma las herramientas que requiera del área donde las haya puesto el líder de equipo. 9.- Realiza el cambio de parte en la máquina. 10.- Cambia los componentes (copias, mangueras, etc.) 11.- Prueba y hace ajustes a la máquina.

<u>RESPONSABLE</u>	<u>ACCION</u>
Operador (Cont.)	12.- Regresa las herramientas al área designada.
	13.- Realiza las operaciones necesarias para completar 5 ensambles, para ser chequeados por el auditor.
	14.- Empieza a producir cuando el auditor de control de calidad apruebe las muestras.
Lider de equipo	15.- Entrega las muestras al auditor.
Auditor	16.- En todas las muestras checa: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifica visualmente todos los componentes y ensambles, como el largo del producto.</li> <li>- Localización del delineado.</li> <li>- Diámetro y localización de los remaches.</li> <li>- Restricciones de la manguera.</li> <li>- Orientación de las terminales.</li> <li>- Daños a terminales por la máquina de prueba de fuga.</li> </ul>
	17.- Para las mangueras con los siguientes componentes, checar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubo &amp; block: ángulo de doblado, daños.</li> <li>- Abrazaderas: daños causados por la máquina fijadora de abrazaderas.</li> <li>- Collarín: separación del collarín a una terminal, localización y diámetro del remachado.</li> </ul>
	18.- Notificar al líder de equipo acerca de los resultados.
Lider de equipo	19.- Notifica a los operadores de empezar a producir.
	20.- Si control de calidad encontró algún problema, asiste al operador de la máquina causante para corregir el error.
	21.- Guarda herramientas y moldes.

6.3 TIEMPO DE CAMBIO DE PARTE POR MODULOS

MO DULO	DOBL 1	TUBO 2	1"EN- SAMBRE TUBO	REMA- TUBO	FIJAD- ABRAZ- C/O	2"EN- SAMBRE C/O	REMA- COPLA C/O	REMA- COLLA	INyec. PLAST.	CONGEL- MANGAS	PBA. 3	FUGA 4	MAS TARDA	PTOS. CTRL. ASUNTO	CALID. EQUI.	MO DULO
1	0:33"	2:33"	1:15"	2:45"	0:34"	0:34"	2:01"	1:00"	-	-	0:35"	2:45"	F. ABR. 0:34"	ANG. DOBL. DOANOS	CALI BRADOR	1
2	0:33"	2:33"		2:45"	0:34"	0:34"	2:01"				0:35"		F. ABR. 0:34"	LOCALIZA. REMACHE	CALI- BRADOR	2
3			1:15"		0:34"	0:34"	2:01"				0:35"		F. ABR. 0:34"	LOCALIZA. REMACHE	CALI- BRADOR	3
4			1:15"			0:34"	2:01"		1		0:35"		REMA. 2:01"			4
5			1:15"		0:34"	0:34"	2:01"		1		0:35"		F. ABR. 0:34"	LOCALIZA. REMACHE	CALIBR.	5
6			1:15"			0:34"	2:01"				0:35"		REMA. 2:01"	LOCALIZA. REMACHE		6
7			1:15"			0:34"	2:01"	1:00"		1	0:35"		REMA. 2:01"	DISTANCIA A TERMIN.	NECLA VERNIER	7
8			1:15"			0:34"	2:01"			1	0:35"		REMA. 2:01"			8
9			1:15"			0:34"	2:01"			1	0:35"		REMA. 2:01"			9
10			1:15"			0:34"	2:01"			1	0:35"		REMA. 2:01"			10
11			1:15"			0:34"	2:01"			1	0:35"		REMA. 2:01"			11

1- CAMBIO DOBLADOR  
2- CAMBIO HERRAMENTAL

3- AJUSTE DE LONGITUD  
4- CAMBIO DE BOQUILLAS

## 6.4 EJEMPLO DEL ANALISIS DE UN CAMBIO DE PARTE

N de parte anterior:	499	Tiempo total:	1hr 40m
N de parte nuevas:	449	Tiempo muerto del módulo:	1hr 15m
N de módulos:	1		

## Puntos mejorados:

- Fue notificado el auditor de control de calidad antes del cambio para que estuviera listo con los calibradores necesarios en el módulo, y así dar la validación más rápida.
- La herramienta y el herramental fue llevado al módulo antes de que empezara el cambio.
- Las muestras para el auditor las hicieron los operadores y no el líder de equipo, como se acostumbraba.

## Resultados:

- Hubo problemas con el diámetro del primer remache; se tuvo que ajustar dos veces.
- Hubo problemas con el herramental del fijador de abrazadera, porque el pisador superior no era del mismo juego del herramental. Se dañaron abrazaderas.
- El líder de equipo tuvo que ir varias veces al locker donde se guarda el herramental, para buscar el pisador adecuado, quitándose a los de otros juegos.
- El cambio en el primer fijador de abrazadera se pudo haber hecho antes de parar el módulo. Se paró el módulo cuando el líder de equipo seguía cambiando el herramental de esta máquina.
- El líder de equipo no coordinó apropiadamente el ajuste longitudinal entre las boquillas de la máquina de prueba de fuga. Esto se realizó después de que el auditor aprobó las muestras. Los operadores tuvieron que esperarse a arrancar hasta que la máquina de prueba de fuga fuera ajustada.

**Sugerencias:**

- Tener marcadas las piezas de una misma manera para cada juego de un herramental.

- Asegurarse de que el líder de equipo tenga el herramental y herramientas necesarias (en buen estado) a la mano antes de empezar el cambio.

- Cuando se vaya a realizar un cambio de parte aventajar todos los puntos posibles antes de parar producción.

- Coordinar el ajuste de la máquina de prueba de fuga con el operador a cargo, para que se realice éste al momento en que el líder de equipo pare el módulo.

- Para nuevas sugerencias, es necesario documentar el cambio de parte. En la siguiente hoja se muestra un ejemplo de una forma.





### 6.5 RECOMENDACIONES GENERALES

<u>Asunto</u>	<u>Acción requerida</u>
Sugerencias para reducir el tiempo en cambios de partes	<p>Revisar las sugerencias propuestas y determinar cuáles de éstas se necesitan analizar más.</p> <p>Diseñar una herramienta prototipo para las sugerencias seleccionadas.</p> <p>Obtener e instalar los prototipos.</p> <p>Evaluar el comportamiento de los prototipos con el equipo de cambios de partes. Documentar cualquier cambio de diseño que se requiera.</p> <p>Decidir si es conveniente usar prototipos en todas las aplicaciones.</p> <p>Implementar los diseños aprobados.</p>
Entrenamiento de cambios de partes	<p>Entrenar al siguiente personal para que empiecen a usar los procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Líder de grupo</li> <li>- Líder de equipo</li> <li>- Operadores de los módulos (enseñar los procedimientos de cambios de partes para cada máquina).</li> <li>- Auditores de control de calidad.</li> </ul>
Herramientas	<p>Equipar un carrito para cada módulo donde se guarden todas las herramientas y partes necesarias para los cambios de parte.</p>

Asunto  
Juntas de revisión

Acción requerida  
Tener periódicamente Juntas con el equipo de cambios de partes para analizar en detalle los procedimientos. Discutir posibles mejoras, documentación y desarrollar planes de implementación según se requieran. También identificar los cambios más críticos para que se analicen en la siguiente Junta.

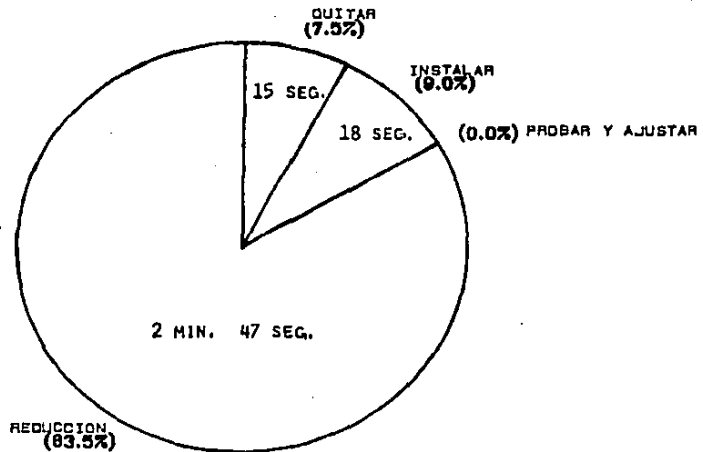
## 6.6 MEJORAS POR MAQUINA

Máquina:           Dobladora de tubo  
 Cambio requerido: Cambiar el doblador

<u>No.</u>	<u>Sugerencias</u>	<u>Reducción de tiempo</u>	<u>Costo estimado</u>
1	Tener listo el doblador de tubo en un área conveniente antes de empezar el cambio; quitar el doblador anterior y posicionar el nuevo.	0'12"	-
2	Pintar marcas en la mesa para mostrar la posición de cada doblador.	0'37"	\$20,000
3	Estandarizar el tamaño de los platos de doblado, y usar pernos y ajustes rápidos para detenerlos.	1'58"	\$300,000
	<b>Total</b>	<b>2'47"</b>	<b>\$325,000</b>

Gráfico 6.4

DOBLADORA DE TUBO; CAMBIO DEL DOBLADOR  
(PROPUESTO)



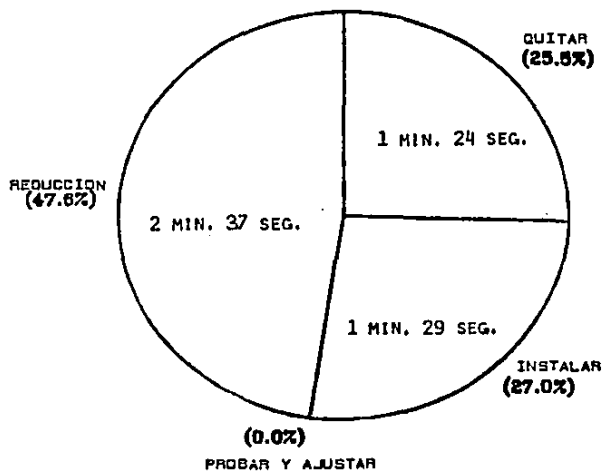
3 MIN. 20 SEG.

Máquinas: Dobladora de tubo  
 Cambio requerido: Cambio del herramental

No. ---	Sugerencias -----	Reducción de tiempo -----	Costo estimado -----
1	Simplificar la montura del herramental.	2'37" -----	\$100,000 -----
	Total	2'37" =====	\$100,000 =====

Gráfica 6.2

DOBLADORA DE TUBO: CAMBIO DE HERRAMENTAL  
(PROPUESTO)



5 MIN. 30 SEG.

Máquina: Remachadora de tubo

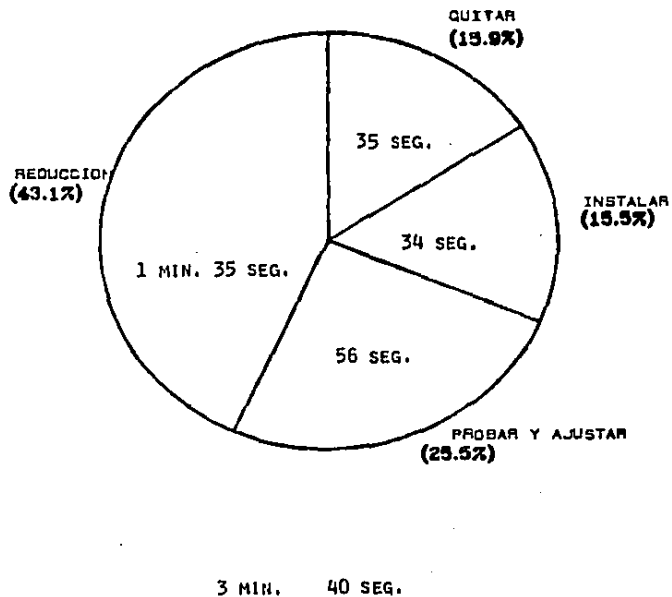
Cambio requerido: Cambio de guía

<u>No.</u>	<u>Sugerencias</u>	<u>Reducción de tiempo</u>	<u>Costo estimado</u>
1	Detener el soporte de la guía con clavijas en vez de tornillos.	0'48"	\$ 80,000
2	Alistar todos los materiales necesarios para el cambio antes de parar.	0'47"	-
		-----	-----
	Total	1'35"	\$ 80,000
		-----	-----



Gráfica 6.3

REMACHADORA DE TUBO: CAMBIO DE GUIA  
[PROPUESTO]

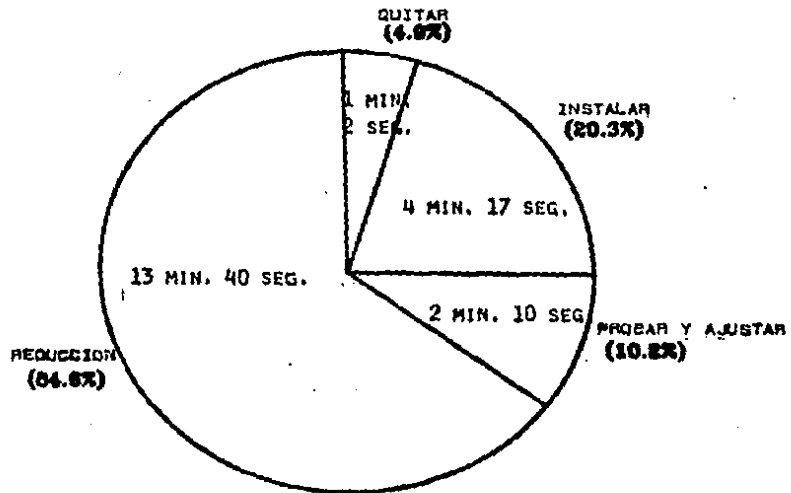


Máquinas: Fijador de abrazadera

Cambio requerido: Cambio de herramienta

No. ---	Sugerencias -----	Reducción de tiempo -----	Costo estimado -----
1	Rediseñar el pisador superior del herramienta para acelerar el cambio de parte.	5'19"	\$350,000
2	Usar conectores rápidos para las conexiones de los indicadores de luz.	0'57"	\$ 3,000
3	Usar pernos para detener la base del plato al herramienta.	1'05"	\$ 25,000
4	Conectar la base del cilindro de aire en el lado correcto con tuercas de mariposa.	0'11"	\$ 10,000
5	Rediseñar la montura de la guía para agilizar el cambio de parte.	1'30"	\$350,000
6	Los subensambles que tienen que pasar por esta operación deben de estar listos, para que en el momento de terminar el cambio pasen por esta operación.	4'38"	-
7	Quitar las guardas de protección de la máquina para que haya un acceso fácil al realizar el cambio.	-	-
Total		13'40"	\$378,000
		-----	-----

Gráfico 6.4 FIJADOR DE ABRAZADERA: CAMBIO DE HERRAMENTAL  
[PROPUESTO]

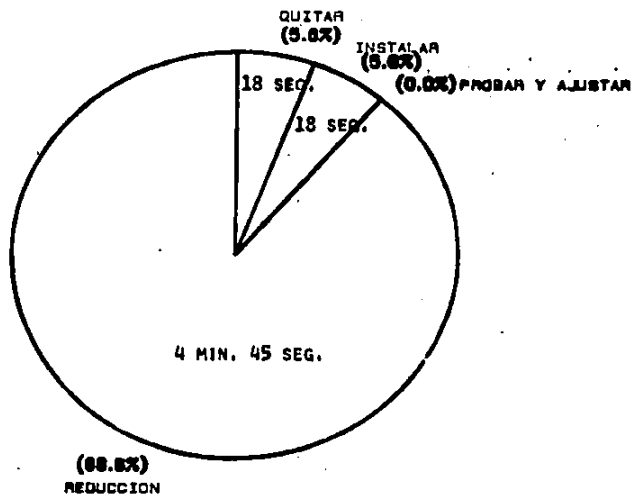


21 MIN. 09 SEG.

Máquina: Segundo ensamble  
 Cambio requerido: Cambio de herramental

No.	Sugerencias	Reducción de tiempo	Costo estimado
---	-----	-----	-----
1	Preparar y aprobar el herramental a cambiar para el siguiente número de parte, antes de que comience el cambio.		\$1,000,000 (cada herramental)
2	Instalar el herramental aprobado con clavijas y pernos, eliminando tornillos.	2'32"	\$200,000
3	Usar conectores rápidos en vez de las conexiones de los indicadores de luz en el herramental.	2'13"	\$ 4,000 (cada mesa con 2' ensamble)
		-----	-----
	Total	4'45" -----	- -----

Gráfica 6.6      SEGUNDO ENSAMBLE: CAMBIO DE HERRAMENTAL  
(PROPUESTO)



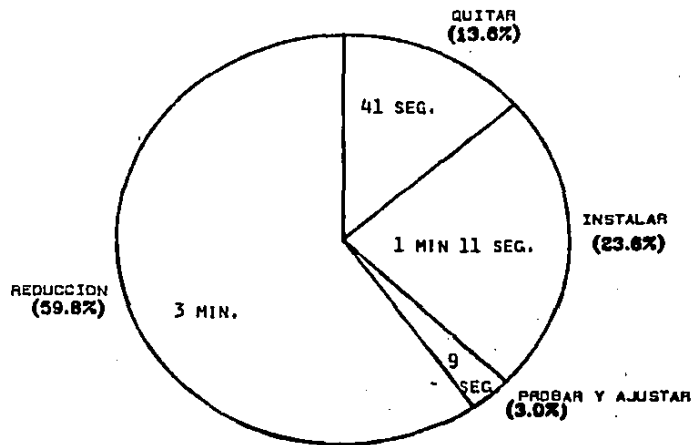
5 MIN. 21 SEG.

Máquina: Primer y segundo remache

Cambio requerido: Cambio de la guía y dados punzonadores

<u>No.</u>	<u>Sugerencias</u>	<u>Reducción de tiempo</u>	<u>Costo estimado</u>
1	Contar con guías identificadas para cada número de parte que se ensamble en el módulo.	1'24"	\$150,000 (cada guía)
2	Usar pernos y clavijas para detener el microswitch en vez de tornillos.	0'41"	\$ 50,000
3	Detener el soporte de la guía con un perno en forma de "U" y con orificios en los extremos, cerrándolo con una clavija.	0'31"	\$ 25,000
4	Usar conectores rápidos para el alambrado de la guía.	0'24"	\$ 2,000
		-----	-----
	Total	3'00"	-
		-----	-----

Gráfica 6.6 REMACHADORAS DE COPLES : CAMBIO DE GUIA Y DADOS PUNZONADORES  
(PROPUESTO)



5 MIN 01 SEG.

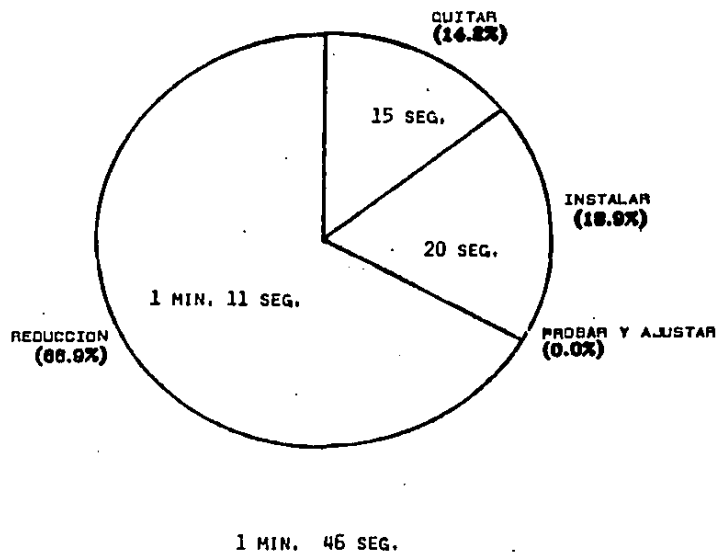
Máquina: Prueba de fuga  
 Cambio requerido: Ajuste de longitud

No. ---	Sugerencias -----	Reducción de tiempo -----	Costo estimado -----
1	Usar barras del tamaño de cada longitud necesaria, para ponerlas cuando se realice el cambio.	1'09"	\$100,000
2	Usar la herramienta adecuada para el movimiento de la cabeza de la máquina.	0'02"	-
Total		1'11" -----	\$100,000 -----



Gráfica 8.7

MAQUINA DE PRUEBA DE FUGA: AJUSTE DE LONGITUD  
(PROPUESTO)



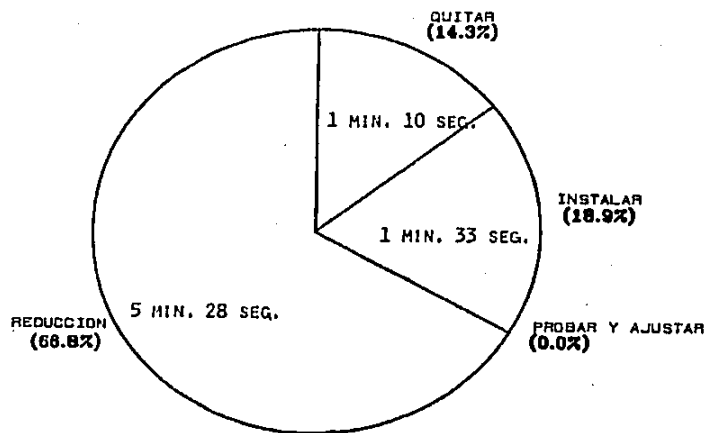
Máquinas: Prueba de fuga (8 estaciones)

Cambio requerido: Cambio de boquillas

<u>No.</u>	<u>Sugerencias</u>	<u>Reducción de tiempo</u>	<u>Costo estimado</u>
1	Usar la herramienta adecuada para realizar el cambio de las boquillas.	0'56"	-
2	Ensamblar los empaques, y subpartes de la boquilla para preparar éstas antes de que se realice el cambio.	4'32"	\$320,000
		-----	-----
	Total	5'28" =====	\$320,000 =====

Gráfica 6.8

MAQUINA DE PRUEBA DE FUGA: CAMBIO DE BOQUILLAS  
(PROPUESTO)



8 MIN. 11 SEG.

**CAPITULO VII**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### - Introducción:

En esta parte del proyecto, el área de mantenimiento se dividió en tres áreas, que son:

- Análisis de problemas.
- Procedimiento correctivo.
- Procedimiento preventivo.

En la figura 7.1 se muestra en resumen el flujo de estas áreas. Es importante el ver que estas tres áreas están relacionadas unas con otras, cualquier cambio para mejorar en alguna de estas áreas afectará a las otras. En este capítulo se muestran procedimientos escritos para cada una de estas áreas, otorgando responsabilidades según el nivel actual de la organización de mangueras para frenos. También están documentadas recomendaciones generales.

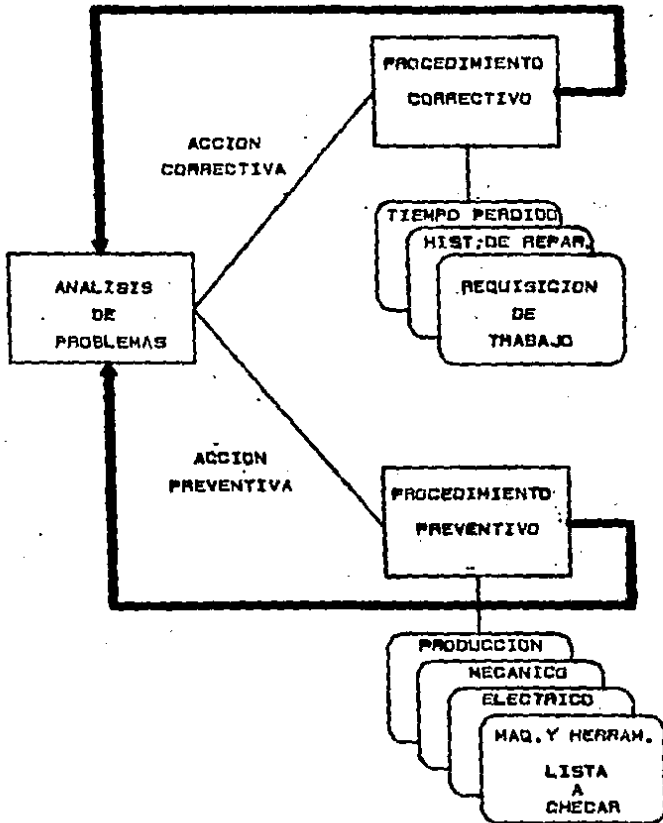
### - Principales Actividades:

- Documentación de procedimientos de:
  - + Análisis de problemas.
  - + Procedimiento correctivo
  - + Procedimiento preventivo
- Desarrollo de listas a checar para el mantenimiento preventivo:
  - + Mantenimiento
  - + Producción
- Documentación de recomendaciones generales.

### - Contenidos:

- 7.1 Procedimiento de análisis del problema
- 7.2 Procedimiento de mantenimiento correctivo
- 7.3 Procedimiento de mantenimiento preventivo
- 7.4 Listas a checar y formas
- 7.5 Recomendaciones generales

Figura 7.1 FLUJO GENERAL DE H. P.



## 7.1 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DEL PROBLEMA

RESPONSABLE	ACCION
Lider de equipo/ operadores	1.- Discutir en las Juntas del módulo los problemas que se han tenido en las máquinas.  2.- Determinar los problemas que fueron causa de las máquinas.  3.- Identificar: - Acciones correctivas necesarias. - Mejoras a acciones preventivas.
Lider de equipo	4.- Documentar ideas de posibles mejoras y revisar éstas con el líder de grupo semanalmente.
Lider de grupo	5.- Recibe el reporte de las posibles mejoras, revisándolo para así presentarlo en la Junta del grupo de mantenimiento.
Coordinador de M.P.	6.- Recoge semanalmente la forma de "Historial de Reparaciones" de cada módulo, entrega una copia al líder de grupo.  7.- Resume el historial de reparaciones por máquina, para revisarlo en la Junta de M.P.
Lider de equipo	8.- Se encarga de que las copias del historial de reparaciones se tengan en el módulo correspondiente (a la vista), por lo menos los historiales del último mes de cada máquina.

RESPONSABLE -----	ACCION -----
Grupo de M.P. -Supervisor de M. -Coordinador de M.P. -Líderes de Grupo -Superu. de Htto.: Mecánicos Eléctricos Maq. y herraam.	9.- Analizar procedimientos de M.P. buscando posibles mejoras.  10.- Revisar el resumen de historial de reparaciones, detectando problemas repetitivos dándoles soluciones.  11.- Asignar responsabilidades a: -Producción -Mecánicos -Eléctricos -Máquinas y herramientas.
Supervisor gral. de mantenimiento	12.- Presenta conclusiones y resumen de la junta al Gerente de Ingeniería de Producción.
Coordinador de M.P.	13.- Actualiza procedimientos de M.P.



## 7.2 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

RESPONSABLE	ACCION
Supervisor gral. de producción	1.- Clasificar y poner por números 1, 2 y 3 los módulos más importantes, basándose en el programa de producción semanal, para que mantenimiento le dé preferencia a éstos.
Operador	2.- Encuentra un problema en su máquina.
	Luz Roja
Líder de equipo	3.- Prende ésta si se trata de un problema que pare el módulo. 4.- Ir inmediatamente al módulo con la luz prendida; si el problema incumbe a mantenimiento, asegurarse de que éste dé el servicio al instante.
Mantenimiento	5.- Dar el servicio al módulo que tenga la luz prendida.
Líder de equipo	6.- Llenar la "Requisición de Trabajo" durante el mantenimiento a la máquina, entregársela al técnico para que firme ésta.
	Luz Amarilla
Operadores	3.- Prender la luz amarilla si el módulo está corriendo con algún problema.
Líder de equipo	4.- Ir al módulo con la luz prendida; si el problema incumbe a mantenimiento llenar la forma de "Requisición de Trabajo" y entregar al área correspondiente.
Mantenimiento	5.- Llenar los espacios necesarios de la "Requisición de Trabajo", quedarse dos copias y entregar la otra al líder de equipo.
Líder de equipo	6.- Retener la copia amarilla para darle seguimiento a la reparación.
Mantenimiento	7.- Programar la reparación en un momento oportuno.

<u>RESPONSABLE</u>	<u>ACCION</u>
Líder de equipo	8.- Checar el trabajo que es hecho en el módulo y apagar la luz de éste cuando se empieza a producir normalmente.
Operadores	9.- Reanudar la producción.
Mantenimiento	10.- Llenar la descripción del trabajo realizado y demás espacios necesarios en la requisición; quedarse con la original y regresar la otra al líder de equipo.
Líder de equipo	11.- Checar que la requisición tenga la información necesaria. Poner la copia en su lugar correspondiente.
	12.- Al final de turno llenar la forma de "Historial de Reparaciones" por máquina y el de "Tiempos perdidos". -Historial de Reparaciones; llenarlo con reparaciones hechas, tanto de producción como de mantenimiento durante el turno. -Tiempo Perdidos; tiempos en el que el módulo por cualquier razón fue-se parado.

## 7.3 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

RESPONSABLE -----	ACCION -----
Diarlo; Producción	Al comienzo de cada turno
Líder de equipo/ operador	1.- Tomar la lista de chequeo y completarla para la primera operación del módulo, pasándola para la siguiente operación.  2.- Escribir cualquier observación en la lista de puntos a checar.
Líder de equipo	3.- Si se encuentra algún problema en alguna máquina, llenar la forma de "Requisición de Trabajo" indicando la prioridad (A, B o C) y entregarla al área apropiada de mantenimiento.
Mantenimiento	4.- Llenar las áreas de la forma que le correspondan y entrega la copia amarilla de la requisición al líder de equipo.  5.- Programa la reparación según la prioridad de este (A: en el siguiente descanso o paro; B-C: durante los siguientes días)
Líder de equipo	6.- En la misma línea donde se documentó el problema de la lista de chequeo escribe el número de la requisición de trabajo y guarda la copia amarilla de ésta, para poder darle seguimiento a la requisición.
Mantenimiento	7.- Repara la máquina o el herramienta.
Líder de equipo	8.- Entrega al líder de grupo las listas de chequeo llenadas, cada lunes en las mañanas.

<u>RESPONSABLE</u>	<u>ACCION</u>
Líder de grupo	<p>9.- Revisa y verifica que el líder de equipo le haya dado seguimiento a las requisiciones, y contacta a mantenimiento para discutir el estado de los problemas no resueltos.</p> <p>10.- Revisa la lista de chequeo en las juntas del equipo de mantenimiento preventivo.</p>
<u>Diano: Mantenimiento</u>	
Supervisores -Mecánico -Eléctrico -Herramientas	1.- Entregan las listas de chequeo a los técnicos.
Técnicos	<p>2.- Cubren los mayores puntos posibles de la lista de chequeo en cada turno, documentan cualquier observación en la lista y hacen las reparaciones necesarias.</p> <p>3.- Entregan la lista a los supervisores.</p>
Supervisores	<p>4.- Revisan la lista y se la entregan al supervisor del siguiente turno.</p> <p>5.- Documentan puntos a meter en las listas de mantenimiento preventivo y las revisan en la junta de equipo de M.P.</p>
Coordinador de M.P.	6.- Actualiza las listas de M.P.
<u>Sistema computarizado</u>	
Capturista	1.- Imprime y entrega la lista a checar a cada área que le corresponda para que sea completada.

RESPONSABLE -----	ACCION -----
Areas de mantenimiento	2.- Completan la lista durante cada turno en el día; documentando todas las observaciones y acciones necesarias a tomar.  3.- Entregan la lista completada al coordinador de M.P.
Coordinador de M.P.	4.- Revisa las listas y se las entrega al capturista.
Capturista	5.- Actualiza las listas de M.P. en el sistema de M.P. de la computadora.  6.- Imprime un reporte con las listas de chequeo que se deben y se lo entrega al coordinador de M.P. para que tome acciones necesarias.

**7.4 LISTAS A CHECAR Y FORMAS****Indice:**

- Forma #7.1: Requisición de Trabajo
- Forma #7.2: Reporte de tiempos perdidos
- Forma #7.3: Lista a checar de M.P.  
(mecánico)
- Forma #7.4: Lista a checar de M.P.  
(detallado)
- Forma #7.5: Lista a checar de M.P.  
(producción)
- Forma #7.6: Historial de reparaciones

REQUISICION DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

FORMA # 7.1

REQUISICION DE TRABAJO		# 99999
------------------------	--	---------

Originada por:	Area:	Entregada a:	Fecha y Horas:
EQUIPO:		No.	Prioridad A B C
Trabajo Requerido:			
Trabajo Realizado:			Refacc. Utilizadas
Tipo de Falla			
E I M N I H I T I O			
Trabajo recibido por:			
Realizado por:	Hora Inicio:	Hora Term.	Tpo. Utilizado:
Perm. P. Soldar:	Tarj. y Candado	Bloqueo:	Avisar Sup.

## REPORTE DE TIEMPOS PERDIDOS

REPORTE DE TIEMPOS PERDIDOS  
MANGUERAS DE FRENS

MODULO: \_\_\_\_\_  
HRB. STD: 7.60 \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_  
TURNO: \_\_\_\_\_

TOTAL DE TIEMPO PERDIDO: \_\_\_\_\_ MINS. \_\_\_\_\_ HRS.  
PORCENTAJE DE TIEMPO PERDIDO: \_\_\_\_\_ %

IDE:									
A:									

AJUSTE HERRAMENTAL									
REPARACION MECANICA									
REPARACION ELECTRICA									
MAOS. HERRAMIENTAS									
FALTA MATERIA PRIMA									
MAT.PRIMA DEFECTUOSA									
FALTA DE PERSONAL									
CAMBIO NO. DE PARTE									
OTRAS									

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

SUPERVISOR: \_\_\_\_\_





FORMA # 7.4

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CHECK LIST DIARIO  
MECANICO

FECHA: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_

# CELDA	NDH. MAQUINA	# MAQUINA	OPERACION	OBSERVACION
1	4 PRUEBA DE FUGA	# 20050	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
2	4 PRUEBA DE FUGA	# 20079	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
3	4 PRUEBA DE FUGA	# 20056	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
4	4 PRUEBA DE FUGA	# 20112	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
5	4 PRUEBA DE FUGA	# 20117	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
6	4 PRUEBA DE FUGA	# 20054	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	

# CELDA	NOM. MAQUINA	# MAQUINA	OPERACION	OBSERVACION
7	4 PRUEBA DE FUGA	# 20123	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
8	4 PRUEBA DE FUGA	# 20053	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
9	4 PRUEBA DE FUGA	# 20052	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
10	4 PRUEBA DE FUGA	# 20057	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
11	4 PRUEBA DE FUGA	# 20051	-PURGAR FILTROS (SIST. NEUMATICO) -REVISAR PRESION DE AIRE EN LOS MANOMETROS (ENTRE 25-30 PSI) DE LAS VALVULAS DE AP	
	1 SIST. BOMBEO	# 20059	-REVISAR CONDICIONES DE OPERACION (FUGAS, MONTAJE, RUIDO, CALENTAMIENTO) -REVISAR TUBERIA (AJUSTE, DETECTAR FUGAS)	
	2 SIST. BOMBEO	# 20047	-REVISAR CONDICIONES DE OPERACION (FUGAS, MONTAJE, RUIDO, CALENTAMIENTO) -REVISAR TUBERIA (AJUSTE, DETECTAR FUGAS)	
	2 SIST. PURIFICACION	# 20110	-REVISAR MANOMETROS DE OPERACION (PRESIONES, FUGAS, BOMBEO)	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CHECK LIST POR TURNO

MODULO:   1  

LIDER DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

SEMANA: \_\_\_\_\_

MADUINA	OPERACION	ELIMINADO	VISTO	OBSERVACION (PONER # DE REQUISICION)
ENSAMBLE	-REVISAR OPERACION CORRECTA	1	1	
		2	1	
		3	1	
REMACHADORA DE COFLE Y BANJO	-REVISAR QUE NO HAYA FUGAS DE ACEITE EN EL PISTON DEL CILINDRO HIDRAULICO, NI EN LAS MANGUERAS DEL SISTEMA -PROBAR SISTEMA DE LUBRIFICACION	1	1	
		2	1	
		3	1	
SIST. HIDRAUL.	-REVISAR QUE NO HAYA RUIDO, FUGAS, NI SOBRECALENTAMIENTO EN LA POMBA -REVISAR QUE TRABAJEN LOS MANOMETROS -REVISAR CONDICIONES DE LAS MANGUERAS	1	1	
		2	1	
		3	1	
REMACHADORA DE ABRAZADERA	* CUANDO SE HAGA UN CAMBIO DE PARTE FAVOR DE LLAMAR A TALLER MECANICO PARA SUPERVISAR EL TRABAJO	1	1	
		2	1	
		3	1	
REMACHADORA DE ABRAZADERA	* CUANDO SE HAGA UN CAMBIO DE PARTE FAVOR DE LLAMAR A TALLER MECANICO PARA SUPERVISAR EL TRABAJO	1	1	
		2	1	
		3	1	

/ - SIN PROBLEMAS  
X - CON PROBLEMAS

MADUINA	OPERACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	OBSERVACION [PONER # DE REQUISICION]	
REMACHADORA DE COPLE Y BANJO	-REVISAR QUE NO HAYA FUGAS DE ACEITE EN EL PISTON DEL CILINDRO HIDRAULICO, NI EN LAS MANGUERAS DEL SISTEMA -PROBAR SISTEMA DE LUBRICA- CION	1																					
		2																					
		3																					
SIST. HIDRAUL.	-REVISAR QUE NO HAYA RUIDO, FUGAS, NI SOBRECALENTAMIE- TO EN LA BOMBA. -REVISAR QUE TRABAJEN LOS MANOMETROS -REVISAR CONDICIONES DE LAS MANGUERAS	1																					
		2																					
		3																					
PRUEBA DE FUGA	-CHECAR QUE PRENDAN LAS LU- CES ROJAS, AMARILLAS Y VER- DES DE CADA ESTACION -REVISAR QUE NO HAYA SOBRE- CALENTAMIENTO EN LOS PISTO- NES DE LAS ESTACIONES -REVISAR QUE NO HAYA FUGAS DE ACEITE EN LOS PISTONES -REVISAR QUE LOS MANOMETROS PARA LA PRESION DE AIRE O- PEREN ENTRE 25 Y 30 PSI -REVISAR QUE NO HAYA FUGAS DE AGUA EN LAS LINEAS -REVISAR QUE NO ESTEN FLO- JAS LAS MORDAZAS	1																					
		2																					
		3																					
SIST. HIDRAUL.	-REVISAR QUE NO HAYA RUIDO, FUGAS, NI SOBRECALENTAMIE- TO EN LA BOMBA -REVISAR QUE TRABAJEN LOS MANOMETROS -REVISAR CONDICIONES DE LAS MANGUERAS	1																					
		2																					
		3																					

SI HAY ALGO ANORMAL FAVOR DE LLENAR LA REQUISICION DE TRABAJO PARA ENTREGARSELA A MANTENIMIENTO





## 7.5 RECOMENDACIONES GENERALES

ASUNTO	ACCION REQUERIDA
Sistema de luces	Instalar sistema de focos en vez de banderas para facilitar uso, visibilidad y durabilidad.
Notificación al área de mantenimiento correspondiente	Definir una manera de notificar al área de mantenimiento correspondiente, sin involucrar a las demás áreas.
Procedimientos de M.P. para las inyectoras de plástico y expansores de aire	Definir los problemas típicos de estos equipos por medio de un historial de reparaciones para cada uno de éstos.
Organización de mantenimiento	Contar con gente en el tercer turno para que en este turno se realice la mayoría del mantenimiento preventivo.
Gente específica de mantenimiento mangueras de frenos.	Reevaluar las reponsabilidades de mantenimiento para la orientación hacia mangueras de frenos.
Entrenamiento	Dar entrenamiento a los operadores y al personal de mantenimiento para poder implementar los procedimientos y pasos adicionales.



**CAPITULO VIII**

---

**BENEFICIOS**

#### - Introducción:

En este capítulo se muestran los resultados tangibles e intangibles que se obtuvieron al instalar el programa de productividad de producción por medio de módulos. Los beneficios son comparados contra el sistema anterior de producción.

#### - Actividades principales:

- Documentación de la cantidad de personal y sus funciones respectivas del sistema anterior.
- Análisis de la reducción de mano de obra.
- Documentación del área de producción del sistema anterior.
- Análisis de la reducción de espacio.
- Documentación de los niveles de inventario antes de empezar el programa.
- Análisis de la reducción de inventario en proceso.

#### - Contenido:

- 8.1 - Reducción de mano de obra.
- 8.2 - Reducción de espacio.
- 8.3 - Reducción de inventario en proceso.
- 8.4 - Otros beneficios.

## 8.1 REDUCCION DE MANO DE OBRA

## MANO DE OBRA DIRECTA

MODULO	N DE OPERADORES ACTUAL	TOTAL DE HORAS DIARIAS	N DE OPERADORES PROPUESTO	TOTAL DE HORAS DIARIAS
1	9	168	7	131
2	9	145	7	113
3	9	160	7	112
4	9-10	162	7-9	154
5	9-10	191	8-10	178
6	9	136	7	105
7	10-12	156	8-10	127
8	10	153	8	122
9	9-10	125	7-9	107
10	10	143	9	129
11	9	179	7	100
		-----		-----
		1,718		1,378

## MANO DE OBRA INDIRECTA

AREA	# DE OPERADORES ACTUAL	TOTAL DE HORAS DIARIAS	# DE OPERADORES PROPUESTO	TOTAL DE HORAS DIARIAS
-Manejo matl.	7	56	5	40
-Retrabajo	4	32	2	16
-Pruebas	3	24	3	24
-Relevos	3	24	0	0
-Chequeo	3	24	0	0
-Armado cajas	3	24	3	24
-Auditor	5	40	2	16
-Esmerilado	6	48	6	48
		272		168
Total de horas:		1,990		1,546

Costo promedio de mano de obra =  $\$1,600 / \text{HR}$

MODULO	INDICE DIARIO DE PRODUCCION	HORAS POR PIEZA (ACTUAL):
1	5772	1990
2	4141	-----
3	4810	67,207 = 0.02941
4	5826	-----
5	6004	HORAS POR PIEZA (PROPUESTO):
6	7622	1546
7	5485	-----
8	5731	67,207 = 0.0230
9	5597	-----
10	6155	
11	10064	
	67,207	AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL = 22 %

AHORRO

=  $(0.029 - 0.023) \text{HRS/PZ} \times \$1,600/\text{HR} \times 240 \text{ DIAS} \times 67,207 \text{ PZA} =$

AHORRO ANUAL DE =  $\$170,587,000$

## 8.2 REDUCCION DE ESPACIO

## ORIGINAL VS. MODULOS

Area original de ensamble .....	1,750 M2
Area de prueba de fuga, inspección/empaque .....	1,750 M2
TOTAL ANTERIOR .....	<u>2,555 M2</u>
Area de los 11 módulos .....	980 M2
Areas de soporte (esmerilado, auditoría y reparación) .....	238 M2
TOTAL ACTUAL .....	<u>1,218 M2</u>
REDUCCION DE ESPACIO (52%) .....	1,337 M2
Area total de la planta .....	24,305 M2

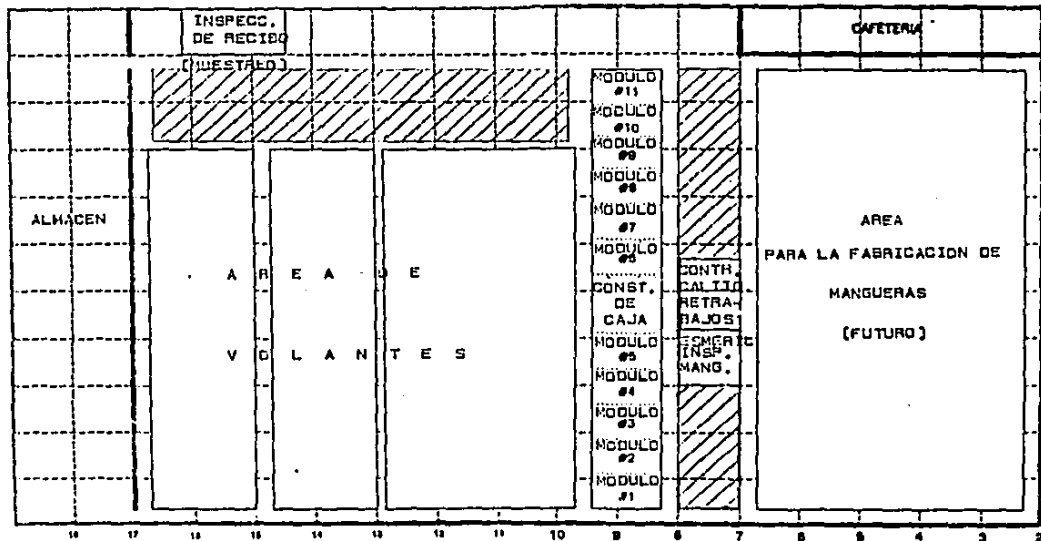
## -- Costos en miles de pesos --

Depreciación de la planta .....	\$438,612
Luz y aire acondicionado .....	\$315,066
Impuestos .....	\$ 20,000
Seguro por incendios .....	\$ 14,200
Fideicomiso .....	\$ 44,200
TOTAL (1986) .....	<u>\$832,078</u>
	\$832,078
Costo por metro cuadrado: -----	= \$ 34.234 / M2
	24,305 M2

AHORRO TOTAL (Miles de pesos - 1986):

$$(1,337 \text{ M2}) \times (\$34.234/\text{M2}) = \$ 45,772 \times \text{AÑO}$$

Figura B.1 DIAGRAMA ACTUAL DE LA PLANTA



### B.3 REDUCCION DE INVENTARIO EN PROCESO

Para ver la cantidad de inventario anterior se muestra en la figura B.2 las cantidades que fluctuaban por la planta. Con la instalación de este proyecto sólo fué afectada el área de procesos; por lo que corre a cuenta de la compañía el trabajar con programas con los proveedores para reducir el inventario en materias primas y trabajar con la cooperación para poder mantener programas de producción más fijos sin haber cambios en éste a mediano plazo (mínimo un mes).

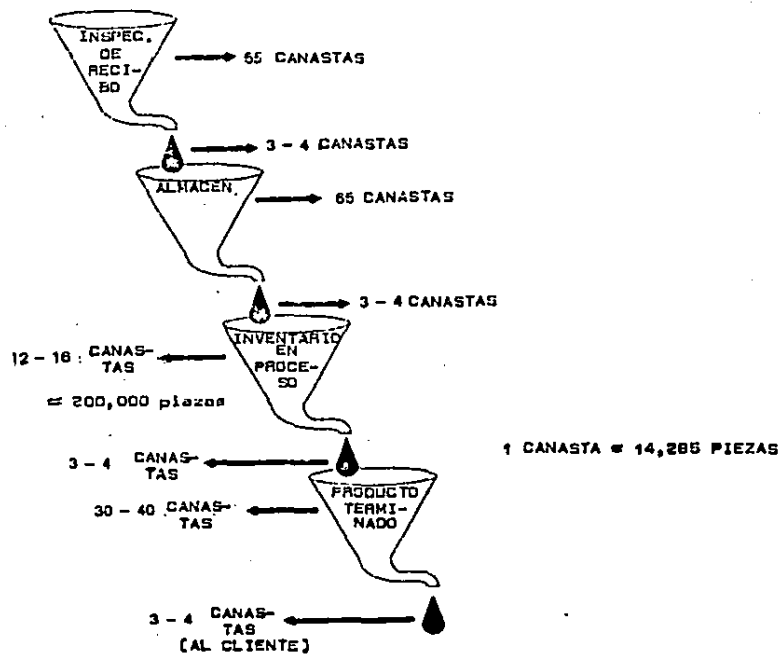
Por lo pronto la cantidad de inventario en proceso que se tenía antes era aproximadamente:

200,000 piezas  
\*\*\*\*\*

Se usará este dato para comparar contra lo existente al final del proyecto.

Figura B.2

NIVEL DE INVENTARIO  
ORIGINALMENTE





INVENTARIO EN PROCESO  
(ANTERIOR)

TIPO DE MANGUERAS EN PROCESO	COSTO POR UNIDAD	INDICE DE VOLUMEN EN PROCESO	RAZON DE COSTO
152.4	\$225.6	16.4	\$37.5
157.9	234.9	11.9	\$23.0
200.7	2301.0	6.0	\$38.0
256.1	2284.2	16.4	\$35.0
262.1	\$293.8	7.4	\$39.1
277.1	\$416.5	4.1	\$17.1
322.1	\$499.0	1.0	\$6.4
354.1	\$544.0	4.3	\$24.4
404.5	\$600.8	4.1	\$30.2
410.4	\$415.9	1.9	\$11.7
417	\$225.0	1.4	\$8.2
426.1	\$430.2	11.6	\$73.1
448	\$572.0	3.2	\$21.5
473.7	\$710.5	1.4	\$9.9
501.7	\$752.5	2.2	\$15.6
T O T A L :			\$414.4

INVENTARIO EN PROCESO = 200,000 PIEZAS

INCLUYE: ENSAMBLE, PRUEBA DE FUGA, INSPECCION Y EMPAQUE

COSTO DE INVENTARIO DE MANGUERAS = 200,000 \* \$414.4 = \$82,880,000

TIPO DE COMPONENTE	COSTO POR UNIDAD	INDICE DE VOLUMEN EN PROCESO	COSTO POR INVENTARIO TOTAL
ABRACADERA	\$270.0	.311	\$16,794,000
COPLÉ DE BRONCE	\$500.0	.655	\$65,500,000
TUPO Y BLOCK	\$200.0	.041	\$6,560,000
COPLÉ DE ACERO	\$360.0	1.33	\$95,760,000
MANGA DELGADA	\$30.0	.122	\$1,220,000
MANGA GRUESA	\$90.0	.164	\$2,952,000
COLLARIN	\$190.0	.032	\$1,216,000
T O T A L :			\$190,002,000
+ MANGUERAS			\$82,880,000

TOTAL DE INVENTARIO EN PROCESO = \$272,882,000  
(PROMEDIO DIARIO)

INVENTARIO EN PROCESO  
(ACTUAL)

MODULO	PROPIONION INVA/PROCC.	COSTOS DE:							
		MANG.	ACERO	BRONCE	BLOCK	DEPA	MANGAS	COLLARIN	
1	50	32000	18000	24000	-	14000	-	-	
2	50	40000	16000	-	41000	14000	-	-	
3	50	32000	18000	24000	-	14000	-	-	
4	2400	1000000	1720000	-	-	-	-	-	
5	2400	1620000	860000	1152000	-	646000	-	-	
6	50	15000	36000	-	-	-	-	-	
7	60	40000	22000	29000	-	-	3000	12000	
8	55	22000	20000	27000	-	-	3000	-	
9	55	27000	20000	27000	-	-	5000	-	
10	55	20000	20000	27000	-	-	5000	-	
11	50	15000	36000	-	-	-	-	-	
		5,275	\$22,3600	\$2786000	\$1310000	\$41000	\$688000	\$16000	\$12000

ACTUAL

INVENTARIO EN PROCESO = 5,275 PIEZAS      T O T A L = \$7,716,000

ANTERIOR

INVENTARIO EN PROCESO = 200,000 PIEZAS      T O T A L = \$272,882,000

REDUCCION DEL 97 %

## 8.4 OTROS BENEFICIOS

### 1.- Flujo de materiales

Debido a la reducción de espacio y a la creación de módulos, las distancias que tienen que recorrer los materiales a través del proceso fueron minimizadas dramáticamente.

### 2.- Control de inventarios

Con la minimización del inventario en proceso, es reducido considerablemente el control de materiales a través del proceso, así como el trabajo de conteos físicos de materiales en esta área.

### 3.- Mejor utilización de la capacidad de las máquinas

Debido a la sincronía de manufactura la capacidad de las máquinas es usada eficientemente ya que las máquinas de cada módulo cuentan con un ciclo, marcando el tiempo del ciclo la operación mas lenta. Esto ayuda al enfoque de la productividad de cada máquina.

### 4.- Supervisión

Al reducir el área de proceso, el área de supervisión es reducida; con el funcionamiento de los módulos la visibilidad dentro de la planta aumenta. Con los pizarrones en la entrada de cada módulo donde se reporta el funcionamiento del módulo, se reducen reportes y se facilita la "Supervisión por Ojo".

### 5.- Comunicación

Aumenta la comunicación, ya que se cuenta con equipos por módulos, donde su área de trabajo es la necesaria para formar un producto terminado.

### 6.- Calidad

Los problemas de calidad son detectados inmediatamente, por lo que se pueden dar acciones correctivas antes de incrementar el inventario de partes defectuosas.

## 7.- Motivación del trabajador

Al contar con equipos en cada módulo, el operador se siente responsable para con éste y es la misma gente del equipo la que empuja a mejores resultados. El operador es tomado más en cuenta ya que es la fuente principal de calidad; con las juntas diarias se busca la participación de cada operador y la integración de cada equipo.

**CAPITULO IX**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## ORGANIZACION

Una vez eliminado el inventario en proceso e implantado los módulos de mangueras, se puede apreciar el exceso de mano de obra que se tenía originalmente, por lo que ahora se puede trabajar con sólo el personal necesario para satisfacer las necesidades. Ya que esta filosofía es de un continuo mejoramiento se recomienda a) hacer pruebas, quitando un operador de un módulo, ver los problemas que se suscitan y ver como es posible ideárselas sin él; y así hasta que se llegue a un flujo totalmente automatizado e integrado, partiendo de la base de primero simplificar y luego automatizar.

Es bueno seguir con las juntas en los módulos, y que cada módulo funcione como equipo y el supervisor como entrenador de éste.

En lo referente a los empleados se recomienda el contar con gente que conozca toda la empresa y no sólo un área; así como el tratar de reducir niveles y jerarquías.

Para empezar a romper barreras entre departamentos y jerarquías es recomendable formar círculos de calidad, donde existan equipos, mezclando gente de diferente departamentos en cada equipo. Estos equipos serán con el fin de resolver más rápido problemas existentes o enfocarse a algún punto a mejorar.

## DISEÑO DE MODULOS

Como resultado de este proyecto se diseñaron 11 módulos los cuales son autosuficientes para el ensamble de mangueras para frenos; en cada uno de éstos se puede ensamblar diferentes tipos de mangueras, proporcionando flexibilidad a la programación de la producción. Con estos módulos se trabaja de una manera sincronizada la cual no deja que haya material en proceso y mejora la calidad del producto.

Es bueno que constantemente se hagan las preguntas: si esto es necesario?, porqué es así?, cuál es el fin?, etc. Todo esto es para cuestionar y hacer pruebas en los módulos para buscar siempre el proceso más óptimo. Se debe buscar el diseño más eficiente de una máquina, que proporcione flexibilidad al proceso y que reduzca el tiempo de fabricación.

## CAMBIOS DE PARTES

Ya que en cada módulo se pueden correr diferentes números de parte, existe un ajuste o cambios de herramienta

en algunas máquinas dentro de los módulos para cambiar de un producto a otro.

El estudio que se hizo fue un diseño donde se documentan las sugerencias necesarias para reducir estos tiempos, se documenta también los costos estimados de la instalación como así las reducciones propuestas de tiempo, que para la mayoría de los equipos es mayor a un 50%.

Es recomendable el continuar buscando la forma de reducir estos tiempos, tratando de eliminar ajustes y organizando cada cambio de una manera ordenada para no perder tiempo por cosas imprevistas. Todo lo que se pueda adelantar para reducir los cambios de parte antes de parar producción se deben hacer, tal como tener la herramientas necesarias en el lugar indicado.

Esta reducción de tiempo es la que hace que el proceso sea flexible, de esta manera se puede reducir el tamaño de lote a producir y ésto a su vez, hace que el inventario se reduzca.

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de mantenimiento preventivo que se elaboró, fué para dar un comienzo en la reducción de los tiempos muertos existentes.

Cada vez que en un determinado módulo se pare una máquina, la producción de todo el módulo deberá parar, esto con el fin de no acumular inventario, el mantenimiento deberá ser dado al momento.

A medida que vayan surgiendo nuevos problemas que causen tiempos muertos en los módulos, el programa deberá ser actualizado, el objetivo es tener cero tiempos muertos. Se debe buscar la intervención de los operadores en el mantenimiento ya que ellos son los que operan las máquinas y son los que en un momento dado conocen las causas de los problemas.

Por medio de la eliminación de los tiempos muertos, el control de la producción es más fácil.

RESUMEN DE BENEFICIOS

	ANTERIOR	ACTUAL	REDUCCION	(MILES DE PESOS) AHORRO UNA VEZ	AHORRO ANUAL
MANO DE OBRA	1,990 HRS	1,546 HRS	22 %	--	\$170,587
ESPACIO	2,555 M2	1,337 M2	52 %	--	\$ 45,772
INVENTARIO EN PROCESO	200,000 PZAS	5,275 PZAS	97 %	\$265,164	--
<b>TOTAL</b>				<b>\$265,164</b>	<b>\$216,359</b>



## BIBLIOGRAFIA

- 28<sup>a</sup> Conferencia Internacional Anual de APICS  
"American Production and Inventory Control Society".  
APICS Toronto, Ontario. Octubre 21-25, 1985.
- Hall Robert W.  
"Zero Inventories"  
Editorial: Dow Jones-Irwin, 1983  
Homewood, Illinois, 1983.
- Shigeo Shingo  
"Zero Quality Control"  
Editorial: Productivity, 1986.  
Cambridge, Massachusetts, 1986.
- Buffa S. Elwood  
"Estadística para Ciencias e Ingeniería"  
Editorial: Harla, segunda edición..
- Niebel W.B  
"Ingeniería Industrial"  
Editorial: Representaciones y Servicios de Ingeniería  
S.A., 1980.
- Kenichi Ohmae  
"La mente del estratega"  
Editorial: Mac Graw-Hill, 1980.