

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION

PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



METODOLOGIA PARA CONTROLAR Y MEJORAR
LOS INDICES E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN
LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS
HIBRIDAS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER

EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD

Y PRODUCTIVIDAD

POR:

BLANCA ANGELICA GARCIA GONZALEZ

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 2003

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**METODOLOGÍA PARA CONTROLAR Y MEJORAR LOS ÍNDICES E
INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS
HÍBRIDAS**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

POR:

BLANCA ANGÉLICA GARCÍA GONZÁLEZ

MONTERREY, N.L.

MAYO DE 2003

DEDICATORIAS

A Dios, por mostrarme el camino.

A mis padres, por el amor incondicional, ejemplo y apoyo que siempre me han demostrado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, por sus palabras de aliento y por todos aquellos momentos que hemos compartido.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Garza Tijerina por todo su apoyo, paciencia y asesoría en la realización de este trabajo de tesis y a lo largo de mi maestría.

Al Ing. Leopoldo Cárdenas Barrón y al Ing. Julián Juárez Ríos por sus consejos y recomendaciones.

A mis amigos, compañeros y a todos aquellos que me apoyaron y acompañaron a lo largo de este proyecto.

GRACIAS.

RESUMEN

**METODOLOGÍA PARA CONTROLAR Y MEJORAR LOS ÍNDICES E
INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS
HÍBRIDAS**

MAYO DE 2003

BLANCA ANGÉLICA GARCÍA GONZÁLEZ

INGENIERA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
MAESTRA EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

Dirigida por el Dr. Jesús Garza Tijerina.

Hoy en día no es competitivo quien no cumple con las características de calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología y muchos otros conceptos que hacen que cada día la productividad sea un punto de cuidado en los planes a largo y pequeño plazo.

Las nuevas tecnologías y filosofías incorporadas en los procesos productivos han dado lugar a nuevos enfoques en los sistemas de control de manufactura; los sistemas de producción, los mecanismos de planeación y control de los recursos ayudan a determinar el tipo de sistema de control de manufactura a utilizar. Al existir una amplia gama de sistemas de producción, tanto naturales como híbridos, surge la interrogante de qué sistema de control es el más adecuado para optimizar y maximizar los recursos.

Es por esto que es relevante efectuar un estudio detallado de los diferentes sistemas de control de manufactura, para efecto de determinar bajo que características de entorno es más conveniente trabajar con base al sistema de producción utilizado y los índices de control y de desempeño utilizados por las empresas.

Los sistemas de control de manufactura (MRP, JIT y TOC) poseen grandes ventajas por si solos, es por ello que se cree en la estrategia de unificarlos en una sola base que permita cumplir con los objetivos de una empresa de manufactura híbrida.

En búsqueda de la mejora continua, las empresas tradicionales deben analizar la factibilidad de cambiar o integrar los diferentes tipos de sistemas de control para así obtener mejores niveles de desempeño. Este análisis se puede realizar una vez que la empresa ha establecido los índices de desempeño y los indicadores de productividad que quiere mejorar y que representan una mejor utilidad.

La flexibilidad en el sistema de producción apoya significativamente a lograr el cambio y la integración de los sistemas de control de manufactura, con lo cual se pueden generar los cambios necesarios para encontrar mejores niveles de desempeño.

Los principales cambios en los sistemas de control se realizan sobre los proceso a partir de las mejoras en la calidad, en las herramientas y equipos y en los tiempos de entrega. Conforme mejora el sistema, se reducen los niveles de inventario y el flujo de los materiales; con lo cual, se disminuye el tiempo de respuesta de producción, aumentando la capacidad del sistema al reducir los tiempos de manejo de materiales y el tiempo de mano de obra.

La retroalimentación en las etapas de los procesos permiten mejorar problemas referentes a la calidad y la detección de la causa raíz de éstos con lo que se puede elevar la productividad del sistema.

En general, los tres tipos de sistemas de control de manufactura representan un incremento significativo en el indicador total de productividad al reducir los índices de desempeño de % de tiempo de paro, % de desperdicio, % de retrabajo y nivel de inventario; la empresa debe determinar la conveniencia de cambiar o integrar los sistemas de control de manufactura para utilizar el que más se adapte a sus condiciones de operación; de la misma manera debe evaluar sobre que índice podría empezar a trabajar para alcanzar estos incrementos en la productividad; para ello es necesario realizar un estudio de factibilidad de proyecto para poder conocer a grandes rasgos cual es la utilidad que se tendría al realizarlo cualquier cambio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Índice De Contenido.....	V
Lista De Figuras.....	VII
Lista De Tablas.....	VIII

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivo.....	3
1.3. Alcance.....	3
1.4. Descripción De La Tesis.....	4

CAPITULO 2: PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CONTROL

2.1. Sistemas De Producción.....	5
2.2. Objetivos De La Planeación Y Control De La Capacidad.....	14
2.3. Control De La Producción.....	14
2.4. Tipos De Sistemas De Control De La Producción.....	20
2.5. Modelos De Control Para Los Sistemas De Producción.....	21
2.6. Planeación Y Control De La Producción En Los Sistemas De Producción Continua.....	23

CAPITULO 3: SISTEMAS DE CONTROL DE MANUFACTURA

3.1. MRP: Material Requirement Planning.....	26
3.2. Manufactura Esbelta.....	29
3.3. JIT: Sistema Just In Time.....	31
3.4. Kanban.....	34
3.5. FMS: Sistema de Manufactura Flexible.....	37
3.6. TOC: Teoría De Restricciones.....	39
3.7. Integración De Los Sistemas MRP, JIT Y TOC.....	44

CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN DE COSTOS

4.1. Costos De Producción.....	53
4.2. Costos De Calidad.....	54
4.3. Costos De Inventario.....	58

**CAPITULO 5: METODOLOGÍA PARA CONTROLAR Y MEJORAR LOS
ÍNDICES E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS
MANUFACTURERAS HÍBRIDAS**

5.1. Descripción De La Metodología..... 62
5.2. Factores De Decisión En El Control De La Producción..... 66

CAPITULO 6: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

6.1. Descripción General..... 77
6.2. Proceso De Producción..... 78
6.3. Aplicación De La Metodología..... 81
6.4. Establecimiento Y Medición De Los Índices De Productividad
E Indicadores De Desempeño..... 88
6.5. Resultados: Factores Que Proveen El Mayor Impacto Sobre El Desempeño..... 96

CAPITULO 7: CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones..... 98
7.2. Recomendaciones..... 99
7.3. Alcances Y Limitaciones..... 99
7.4. Recomendaciones Para Futuras Investigaciones..... 100

Bibliografía..... 101
Anexos..... 103

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Sistema De Producción Continua.....	7
Figura 2.2. Sistema De Producción Intermitente.....	10
Figura 2.3. Sistema De Producción Híbrido En Base Al Nivel De Producción.....	13
Figura 2.4. Sistema Típico De Control De Producción.....	17
Figura 3.1. Elementos Del Sistema MRP.....	28
Figura 3.2. Sistema Kanban De Una Sola Tarjeta.....	35
Figura 3.3. Sistema Kanban De Doble Tarjeta.....	36
Figura 3.4. Fundamentos De La Teoría De Restricciones.....	42
Figura 3.5. Integración TOC, MRP Y JIT.....	45
Figura 3.6. Esquema De Clasificación MPC.....	49
Figura 4.1. Control De Costos.....	52
Figura 5.1. Metodología Para Controlar Y Mejorar Los Indicadores De Desempeño De Una Empresa Manufacturera Híbrida.....	63
Figura 5.2. Integración TOC, MRP Y JIT.....	65
Figura 5.3. Amortiguadores De Cuello De Botella.....	69
Figura 5.4. Modelo De Control.....	71
Figura 6.1. Proceso General De La Empresa.....	78
Figura 6.2. Lay Out Actual De La Empresa.....	79
Figura 6.3. Lay Out Actual Propuesta Para La Empresa.....	81
Figura 6.4. Condiciones iniciales de la empresa.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Comparación Entre Los Tipos De Proceso: Continuo, Por Proceso Y Por Proyecto.....	12
Tabla 3.1. Características De Los Sistemas De Control De Manufactura.....	42
Tabla 3.2. Objetivos y Propósitos del MRP Y JIT.....	46
Tabla. 3.3. Técnicas De Manufactura Asociadas A Los Métodos De Trabajo.....	50
Tabla 3.4. Relación Entre Las Herramientas/ Técnicas Con Los Siete Desperdicios.....	50
Tabla 3.5. Problemas Que Podrían Surgir En La Implementación O En El Cambio Del Sistema De Control De Manufactura.....	51
Tabla 5.1. Efectividad De La Planta.....	64
Tabla 5.2. Tabla De Especificaciones De Parámetros.....	72
Tabla 6.1. Condiciones iniciales de la empresa.....	82
Tabla 6.2. Condiciones Iniciales De La Empresa, Entradas Al Proceso.....	84
Tabla 6.3. Resultados De La Primera Evaluación.....	89
Tabla 6.4. Resultados De La Modificación En Los Indicadores En Cuanto A Costo.....	90
Tabla 6.5. Tendencia De Los Cambios En Los Indicadores Cuando Baja Los Índices De Tiempo De Paro, Desperdicio, Retrabajo E Inventario.....	90
Tabla 6.6. Resultados De La Evaluación Inicial De Indicadores y Del Mejor Sistema De Control Para El Proceso.....	91
Tabla 6.7. Resultados De La Evaluación En La Modificación De Indicadores y Del Mejor Sistema De Control Para El Proceso.....	92
Tabla 6.8. Resultados De La Evaluación En La Modificación De Indicadores y El Mejor Nivel De Productividad Reportado Con El Sistema De Control Utilizado.....	93
Tabla 6.9. Requerimientos Para Lograr El Cambio En El Sistema De Control Recomendado Para Los Procesos De La Empresa.....	94

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

El desarrollo de estrategias dirigidas a mejorar el desarrollo de las operaciones de manufactura se ha convertido recientemente en uno de los componentes críticos de las estrategias competitivas de muchas firmas. El mejoramiento de la productividad, el compromiso con la calidad, la reducción de costos y un mejor servicio a clientes son consecuencias de dichas estrategias.

Las decisiones de control involucran una selección de políticas para varios mecanismos que se utilizan en la administración de la planeación y control.

Factores como cambios en los productos por ordenes del cliente, ausentismo, retrabajo, desperdicio, indisponibilidad de herramientas así como pérdidas de inventario en proceso son otras causas que a menor nivel provocan que la programación de la producción se vea afectada, involucrando costos que disminuyen la productividad de la empresa.

Para la planeación de la producción es necesario tomar en cuenta algunas restricciones como: disponibilidad de máquinas, materiales y personal, así como las fechas de entrega de las ordenes. Sin embargo, cada negocio puede tener restricciones particulares como: cuellos de botella, máquinas especializadas para ciertos trabajos, etc.

Todas las operaciones requieren planes y control, siendo el objetivo de esta investigación la identificación de los indicadores de desempeño que asociados a los diferentes tipos de sistemas de control de la producción (MRP, JIT, TOC, entre otros) impactaran en los indicadores de productividad, con el fin de administrar las actividades de operación y lograr así un mejor desempeño de la empresa.

1.1. Justificación

Las justificaciones estratégicas para fábricas híbridas son diversas. A veces, los requisitos de la producción para cierto producto son sustancialmente diferentes de los requisitos de la producción para otros productos que la compañía hace. Así mismo, la importancia estratégica de ciertos clientes también llegan a justificar la dedicación de recursos a la producción en línea de un tipo de producto para satisfacer estas ordenes del cliente.

Sin embargo, no hay un costo-efectivo el dedicarse a manufacturar sin poder medir la utilidad que se genera al trabajar bajo ciertos parámetros de productividad; así mismo no es factible la utilización de un solo sistema de control de manufactura para asegurar el buen desempeño de los indicadores de la empresa.

No se han desarrollado modelos de costos que sostengan la decisión de organizarse como una fábrica híbrida, quizá porque ésta se basa en considerar variables difíciles de cuantificar o difíciles de modelar. Por ejemplo, en un proceso de sistema orientado, los requerimientos de recursos, el tiempo extraordinario, y el retraso del trabajo son más difíciles de rastrear y controlar que en un sistema orientado a producto. Las variables importantes de decisión tales como control de administración son difíciles de modelar, las alternativas del diseño del sistema de producción son evaluadas generalmente por consideraciones como el alcance del diseño y la escala de la combinación de productos para ser fabricados.

La decisión de operar en un sistema de manufactura híbrido impacta en tres tipos de flexibilidad:

1. Escala de flexibilidad, o la habilidad de ajustarse a los cambios en el volumen de demanda.
2. Cambio en la flexibilidad, o la habilidad de cambio entre los productos rápidamente.
3. La flexibilidad en la mezcla de productos, o la habilidad de manufacturar todo el rango de la firma de productos.

El problema surge para controlar todos los recursos involucrados para la producción de estos bienes, ya que hay que considerar las características específicas para cada producto y/o para cada cliente.

Las características de los productos pueden variar no solo en el diseño, si no también en el tipo de material utilizado, proceso y/o recursos necesarios para la fabricación del material a utilizar.

Por ello es importante determinar los índices de medición que debe de emplear la compañía para poder evaluar, controlar y mejorar sus indicadores de productividad y evaluar la conveniencia de utilizar algún tipo de sistema de control de manufactura en particular.

1.2. Objetivo

El objetivo de esta tesis es desarrollar una metodología que permita controlar la producción a través del impacto de los índices de desempeño en los indicadores de productividad, tomando como base los sistemas de control de manufactura.

Al desarrollar un sistema de control de manufactura, la proyección de la programación de la producción se vuelve más confiable, se puede medir la productividad de la empresa, al mismo tiempo de que se tiene un mejor control de los recursos involucrados para la producción a medida que se conocen los índices de desempeño que impactan significativamente en los índices de productividad.

Objetivos específicos:

Desarrollar una metodología para analizar el impacto que tienen los indicadores de desempeño en la productividad del sistema utilizando los sistemas de manufactura basados en MRP, JIT y TOC, así como determinar el indicador más significativo a controlar y mejorar en el sistema de producción.

1.3. Alcance

Con la metodología a desarrollar, la empresa de manufactura podrá:

- Establecer el impacto en el trabajo de los índices de desempeño en su productividad.
- Seleccionar el sistema de control de manufactura más apropiado en el desempeño de la empresa.

Se analizará los sistemas de manufactura mediante ciertas condiciones de operación, identificando el sistema más productivo una vez que se ha modificado los indicadores de desempeño.

1.4. Descripción De La Tesis

Esta tesis se encuentra dividida en 7 capítulos a través de los cuales se muestra la importancia de los tipos de sistemas de producción así como los sistemas de control de manufactura y la manera en que éstos ayudan a elevar los índices de productividad de la empresa.

En el capítulo 1 se presenta un panorama general sobre el trabajo a realizar, así como los objetivos y el alcance de la tesis.

En el capítulo 2 se presenta los sistemas de producción así como los modelos de planeación y control de la producción bajo los cuales operan las empresas.

En el capítulo 3 se analizan los sistemas de manufactura basados en MRP, JIT y TOC, así como la relación con el Kanban y la Manufactura Esbelta y la integración entre estos sistemas.

En el capítulo 4 se integran los costos de producción los cuales son base para establecer los índices e indicadores de medición.

En el capítulo 5 se presenta la base de la metodología desarrollada en esta tesis.

En el capítulo 6 se analiza un caso específico aplicando la metodología propuesta.

Finalmente en el capítulo 7 se presentarán las conclusiones y las recomendaciones de este trabajo de investigación.

CAPITULO 2: PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CONTROL

En este capítulo se describen los diferentes tipos de sistemas de producción y control así como las funciones y los problemas característicos que se presentan en cada uno, pretendiendo dar una visión que ayude a comprender la metodología propuesta en este trabajo.

Como primer punto es importante subrayar que se entiende como “plan” toda formalización de algo que se intenta que ocurra en un tiempo futuro. El contar con un plan no es garantía de que estas intenciones ocurran por lo cual solo se basan en expectativas. El “control” es el proceso de manejar los cambios en las variables que pueden interferir con la realización del plan, es a través de ellos que se pueden realizar los ajustes necesarios que permiten que la operación logren los objetivos establecidos en el plan.

La planeación y control es el balance para suministrar productos y servicios con la demanda de los clientes, es el conjunto de actividades diarias necesarias que hacen funcionar la operación de manera continua.

El equilibrio entre planeación y control cambia con el tiempo, mientras que la planeación domina a largo plazo, el control opera dentro de las restricciones de recursos para manejar cambios a corto plazo de aquellas circunstancias que afectarían que los planes se llevarán a cabo en el tiempo.

2.1. Sistemas De Producción

La actividad de producción puede ser definida como el conjunto de operaciones o trabajos necesarios para concretar la fabricación de un producto nuevo a partir de otros que se constituyen en su materia primas. Tiene como resultado la obtención de un nuevo producto que puede ser un material terminado listo para venderlo o constituye en materia prima de otra etapa. Abarca desde que se ordena la elaboración, hasta que el mismo se obtiene y se comercializa.

Existen diferentes formas de producción, las cuales dependen del tipo de producto a fabricar, de la tecnología, del tamaño de la empresa, de la materia prima, de los procesos y de algunas otras características.

En general, se pueden clasificar en tres tipos de sistemas: producción en línea, producción intermitente, producción de proyectos especiales.

2.1.1. Producción En Línea

Cuando hablamos de producción continua enfocamos las situaciones de fabricación en las cuales las instalaciones se adaptan a ciertos itinerarios y flujos de operación, que siguen una escala no afectada por interrupciones. Este tipo de sistema se favorece cuando la demanda de un producto determinado es elevada y cuando la producción del artículo es estándar.

En este caso, toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que existe una elevada demanda de uno ó varios productos más o menos normalizados.

Ventajas:

- El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- Menos manipulación de materiales debido a que el recorrido a la labor es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas ó puestos de trabajo adyacentes. Un inventario bajo durante el proceso y corridas largas de producción.
- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- Tiempo total de producción menor. Se evitan las demoras entre máquinas.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre éstas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.
- Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes de que el producto entre en la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.

- Control de producción muy simplificado. El control visual reemplaza a gran parte del trabajo de papeleo. Menos impresos y registros utilizados. La labor se comprueba a la entrada a la línea de producción y a su salida. Pocas órdenes de trabajo, pocos boletos de inspección, pocas órdenes de movimiento, etc. menos contabilidad y costos administrativos más bajos.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a: que existe mayor especialización del trabajo. Que es más fácil adiestrarlo. Que se tiene mayor afluencia de mano de obra ya que se pueden emplear trabajadores especializados y no especializados.

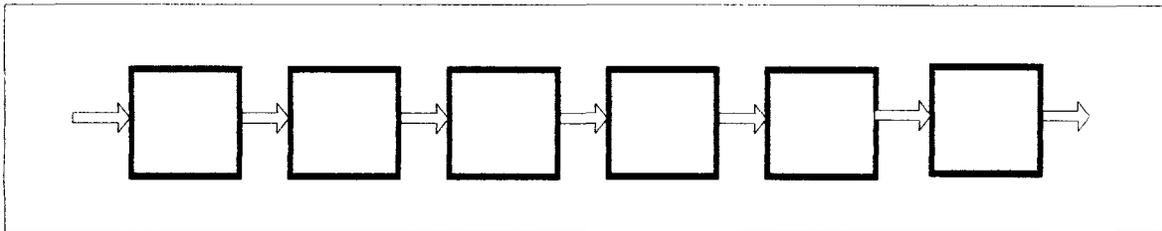


Figura 2.1. Sistema De Producción Continua.

Desventajas:

- Elevada inversión en máquinas debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción.
- Considerable ociosidad en las máquinas si una o más líneas de producción.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la disposición por proceso.
- Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
- La inspección no es muy eficiente. Los inspectores regulan el trabajo en una serie de máquinas diferentes y no se hacen muy expertos en la labor de ninguna clase de ellas; que implica conocer su preparación, las velocidades, las alimentaciones, los límites posibles de su trabajo, etc.
- Sin embargo, puesto que las máquinas son preparadas para trabajar con operarios expertos en ésta labor, la inspección, aunque abarca una serie de máquinas diferentes puede esperarse razonablemente que sea tan eficiente como si abarcara solo una clase.

- Los costos de fabricación pueden mostrar tendencia a ser más altos, aunque los de mano de obra por unidad, quizás sean más bajos debido a los gastos generales elevados en la línea de producción. Gastos especialmente altos por unidad cuando las líneas trabajan con poca carga ó están ocasionalmente ociosas.
- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería. A menos de que haya varias máquinas de una misma clase: son necesarias reservas de máquina de reemplazo o que se hagan reparaciones urgentes inmediatas para que el trabajo no se interrumpa.

Este tipo de distribución es recomendable en los siguientes casos:

- Cuando las etapas se encuentran balanceadas.
- Cuando difícilmente se varía el diseño del producto.
- Cuando la demanda es constante y se tiene altos volúmenes.
- Cuando es fácil balancear las operaciones.
- Cuando el suministro de materiales es fácil y continuo.

2.1.2. Producción Intermitente O Por Proceso

La producción intermitente se caracteriza por el sistema productiva de “lotes” de fabricación. En este caso, se trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de producto diferente. Este tipo de sistema es preferible cuando la demanda de un producto “X” no es lo suficientemente grande para justificar el tiempo total de fabricación continua, por lo que, nuestro equipo de proceso nos servirá para fabricar el producto “X”, así como también, para manufacturar productos “Y” y/o “Z”.

En que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

Ventajas:

- Menor inversión en máquinas debido a que es menor la duplicidad. Sólo se necesitan las máquinas suficientes de cada clase para manejar la carga máxima normal. Las sobrecargas se resolverán por lo general, trabajando horas extraordinarias.
- Pueden mantenerse ocupadas las máquinas la mayor parte del tiempo porque el número de ellas (de cada tipo), es generalmente necesario para la producción normal.
- Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento. Fácil, adaptable a gran variedad de productos. Cambios fáciles cuando hay variaciones frecuentes en los productos ó en el orden en que se ejecuten las operaciones. Fácilmente adaptable a demandas intermitentes.
- Los operarios son mucho más hábiles porque tienen que saber manejar cualquier máquina (grande o pequeña) del grupo, como preparar la labor, ejecutar operaciones especiales, calibrar el trabajo, y en realidad, tienen que ser mecánicos más simples operarios, lo que proporciona mayores incentivos individuales.
- Los supervisores y los inspectores adquieren pericia y eficiencia, en manejo de sus respectivas clases de máquinas y pueden dirigir la preparación y ejecución de todas las tareas en éstas máquinas.,
- Los costos de fabricación pueden mantenerse bajos. Es posible que los de mano de obra sean más altos por unidad cuando la carga sea máxima, pero serán menores que en una disposición por producto, cuando la producción sea baja. Los costos unitarios por gastos generales serán más bajos con una fabricación moderna. Por consiguiente, los costos totales pueden ser inferiores cuando la instalación no está fabricando a su máxima capacidad ó cerca de ella.
- Las averías en la maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones.
- Basta trasladar el trabajo a otra máquina, si está disponible ó altera ligeramente el programa, si la tarea en cuestión es urgente y no hay ninguna máquina ociosa en ese momento.

Desventajas:

- No existe ningún conducto mecánico definitivo por el cuál tenga que circular el trabajo. Se tropieza con mayores dificultades para fijar las rutas y los programas.
- La separación de las operaciones y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado más manipulación de materiales y costos más elevados. Se emplea más mano de obra. Distribución por proceso ó funcional.
- Es necesaria una atención minuciosa para coordinar la labor. La falta de un control mecánico sobre el orden de sucesión de las operaciones significa el empleo de órdenes de movimiento y la pérdida ó el retraso posible de trabajo al tenerse que desplazar de un departamento a otro.
- El tiempo total de fabricación es mayor debido a la necesidad de los transportes y porque el trabajo tienen que llevarse a un departamento antes de que sea necesario, con objeto de impedir que las máquinas tengan que pararse.
- Pueden acumularse cantidades de trabajo debido a la considerable anticipación en la entrega, a la detención para inspeccionar la labor después de su ejecución, a la espera de peones de movimiento que estén efectuando otros transportes, y al mismo tiempo necesarios para el traslado y las demoras consiguientes.
- La falta de disposiciones compactas de producción en línea y por lo general, el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamento separados, significa más superficie ocupada por la unidad de producto.
- Son necesarias más inspecciones compactas de producción en línea y por lo general, el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamento separados, significa más superficie ocupada por la unidad de producto.
- Sistemas de control de producción mucho más complicado y falta de un control visual. Se necesita más instrucciones y entrenamiento para acoplar a los operarios a sus respectivas tareas.
- Inventario alto durante el proceso.

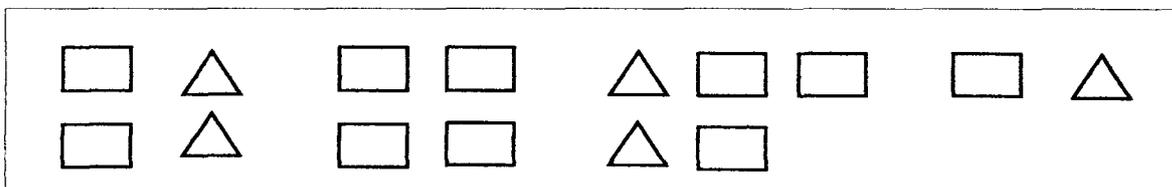


Figura 2.2. Sistema De Producción Intermitente.

Este tipo de distribución es recomendable en los siguientes casos:

- Cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente.
- Cuando se fabrican productos similares pero no idénticos.
- Cuando varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.
- Cuando se tiene una demanda pequeña o intermitente.

2.1.3. Producción Por Proyectos Especiales

El sistema de producción por proyectos corre por así decirlo, a través de una serie de fases. Generalmente, una fase a seguir dentro de un proyecto, no se lleva a cabo hasta que la fase anterior a ésta quede resuelta. El material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, permaneciendo en un solo lugar, por lo tanto toda la maquinaria y demás equipo necesario se llevan hacia él.

Este tipo de sistema de producción se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado, y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo.

Algunos ejemplos típicos de éste sistema de producción son la construcción de buques, la fabricación de motores diesel o motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

Ventajas:

- Se reduce el manejo de piezas grandes, aunque aumenta el de piezas pequeñas.
- El trabajador es responsable de la calidad de su trabajo, mientras más hábiles sean éstos, menos inspectores se requerirán.
- Son altamente flexibles. Permiten cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.
- No se requiere de una ingeniería de distribución costosa.

Desventajas:

- Ausencia de flexibilidad en el proceso, un simple cambio en el producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones.

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.
- Inversión elevada en equipos específicos.
- El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna máquina o la falta de personal en algunas de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa.
- Trabajos muy monótonos que afectan la moral del personal.
- El hombre (ó mano de obra) puede encontrarse en éste tipo de distribución de dos maneras:
 - En posición fija (requiere poca ó ninguna especialización, pero necesita de gran habilidad, obreros muy calificados).
 - En posición dinámica (requiere menos habilidad, la que varía según el grado en que se divide el trabajo y se mueven los hombres).

Tipo De Proceso / Característica	Continuo	Proceso	Proyecto
Tipo De Producto	Mercado	Por Orden De Trabajo	Único
Demanda De Producto	Muy Estable	Fluctúa	Infrecuente
Volumen	Alto	Bajo-Medio	Muy Bajo
No. De Diferentes Productos	Muy Pocos	Muy Variado	Muy Variado
Equipo De Producción	Automatizado	Propósito General	Variado
Habilidad Del Trabajador	Monitoreador De Equipo	Amplio Rango De Habilidades	Experto
Ventajas	Altamente Eficiente, Gran Facilidad, Fácil Control	Calidad, Flexibilidad	Ultima Tecnologia
Desventajas	Poco Flexible, Variedad Limitada.	Costoso, Lento, Dificultad Para Administrar	No Repetitivo, Cartera De Clientes Pequeña, Muy Caro

Tabla 2.1. Comparación Entre Los Tipos De Proceso: Continuo, Por Proceso Y Por Proyecto.

Muchas compañías han desarrollado procesos híbridos de trabajo para responder de una mejor manera al mercado que atienden. Algunas adoptan una mezcla de dos a cinco procesos genéricos, mientras que algunas otras desarrollan sus productos sin un tipo de proceso existente.

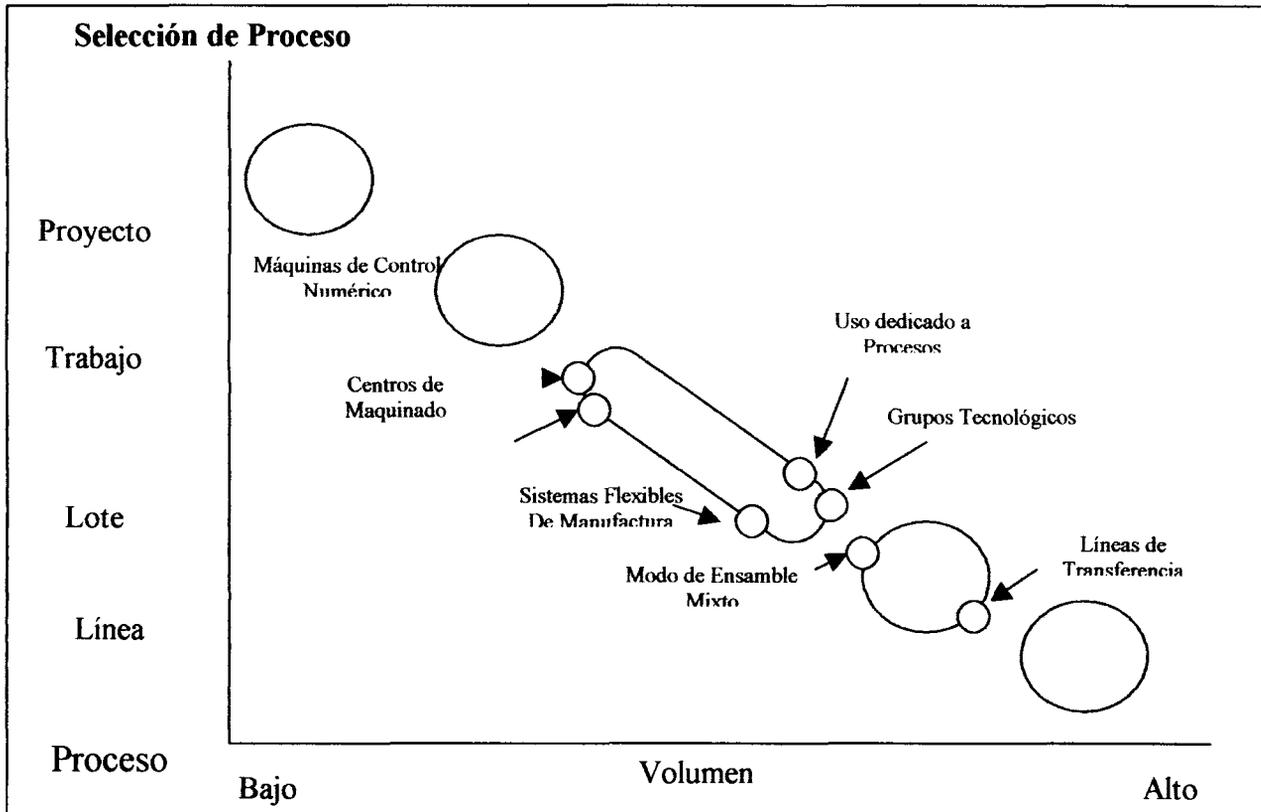


Figura 2.3. Sistema De Producción Híbrido En Base Al Nivel De Producción. [Hill, p. 151]

Actualmente, las condiciones de producción han ido evolucionando a partir de buscar mejorar los tiempos de respuesta al mercado, disminuir el inventario y mejorar la velocidad de flujo de producción, emigrando así al sistema de producción continua y sistemas de producción híbridos.

Al sistema de producción por Tecnología de Grupos también se le conoce como manufactura celular. A su forma automatizada se le conoce como sistema flexible de manufactura.

La manufactura celular es una técnica de producción para lotes pequeños de partes similares de proceso, diseño, geometría y tamaño, dentro de una organización simple, o una célula de máquinas que han sido agrupadas físicamente juntas, herramientadas y programadas como una unidad. Este sistema permite reducir el inventario en proceso e incrementar la eficiencia de la operación

2.2. Objetivos De La Planeación Y Control De La Capacidad

Las tomas de decisiones en cuanto al diseño de los planes de capacidad de la empresa afectan varios aspectos:

- Capacidad de Trabajo: si una operación crea un inventario de productos terminados antes de tener la demanda. Lo cual satisface la demanda pero a consecuencia de que la organización invierte hasta que el producto es vendido.
- Flexibilidad en el volumen: mejora con excedentes en la capacidad.
- Tiempo de respuesta: la rapidez en el tiempo de respuesta mejora al contar con inventario o al crear capacidad adicional para evitar que se formen colas.
- Costos: si el nivel de capacidad excede la demanda puede haber una sub-utilización de la capacidad y por lo tanto un costo unitario alto.
- Ingresos: un nivel de capacidad igual o mayor que la demanda en cualquier momento asegura que ésta se satisface y de esta manera no se pierde ingresos.

Los pasos a seguir para la toma de decisión en cuanto a la planeación y control de la capacidad son:

1. Medir los niveles agregados de capacidad y demanda para el periodo de planeación.
2. Identificar los planes de capacidad alternos que se pueden adoptar en caso de fluctuaciones en la demanda.
3. Elegir el plan de capacidad más adecuado para las circunstancias.

2.3. Control De La Producción

Control significa el aseguramiento de que la organización logra los objetivos planeados. El control es la culminación de la planeación y del análisis. El proceso tradicional de control incluye desgraciadamente la noción de una acción correctiva después de que el producto ha sido dado. El control de producción es una función encaminada a garantizar que aquello que se requiere sea hecho en las cantidades necesarias en el tiempo necesario.

La función de control de la producción es de coordinación y requiere de la información y cooperación entre varias áreas de la empresa incluyendo mercadotecnia, ingeniería, fabricación, personal y compras. Para asegurar que los materiales, herramientas, diseños, especificaciones, y condiciones requeridas para la fabricación estén disponibles donde y cuando se necesiten, sin embargo no decide cuáles serán esos elementos. Y para decidir la capacidad que va a asignarse al trabajo de manera que puedan satisfacer las demandas del cliente respecto a la entrega del producto, sin embargo no decide cual será la capacidad total.

La función de control de la producción debe de ocuparse de asegurar que se observen los planes de producción y reportar las desviaciones que ameriten la intervención administrativa, el control no decide respecto a cuestiones técnicas que son responsabilidad de la gerencia de producción.

El propósito del control en la producción, era y aún es, la utilización efectiva de los recursos limitados en la producción, para poder así, satisfacer las demandas del cliente y crear una utilidad a los inversionistas. Estos recursos son principalmente las facilidades de producción, la mano de obra y la materia prima. Las limitaciones, por otro lado incluye, la disponibilidad de los recursos, el tiempo de entrega de los productos y las políticas de administración.

Existen muchos diseños para el control de la producción, aun y cuando se han hecho innumerables cambios para que se ajusten a situaciones específicas, un sistema de control diseñado para una planta podría no ser eficiente para la planta original al cambiar las necesidades de producción.

Las operaciones de control a corto termino son especificadas en las demandas localizadas en los procesos o en el sistema de entrega. Dentro del contexto a largo plazo, la demanda necesita ser trasladada hacia los requerimientos de las operaciones en términos de capacidad y de materiales para completar los servicios y productos requeridos. Las principales actividades son crear las instrucciones y planes para realizar las tareas necesarias para conocer las ordenes de los clientes y así asegurarnos de que los requerimientos para hacer los productos o proveer los servicios estén disponibles en el lugar y en el momento necesario.

Los factores que influyen en la selección y en el diseño del sistema de control son:

- Complejidad del Producto y Servicio: La complejidad del producto o servicio impacta directamente en la selección y diseño del sistema de programación.
- Servicios y Productos Estándares o Especiales: Cuando los productos y servicios son especiales el sistema de control típico es menos detallado contando con tan solo vigilar las tareas que se van ejecutando.
- Selección del Proceso: Esta ligado con los dos puntos anteriores ya que refleja la naturaleza del negocio en términos de volumen, tamaño de ordenes y mercado.
- Lapsos del Proceso Interno: La dimensión en la cual la compañía hace o provee internamente las partes que incluyen los productos o servicios que venden se ven directamente afectados con la complejidad de las tareas de operación programadas.
- Conciliación entre las decisiones de capacidad y demanda: Mientras más fácilmente se administre la demanda y la capacidad más fácilmente las tareas de programación y ejecución se ven alcanzadas.

El objetivo del sistema de control de la producción debe ser el objetivo de la organización total. Las decisiones que complementa a las ventas, la producción y el inventario son preferibles a esas que optimizan solo una función.

2.3.1. Funciones De Planeación Y Control De Producción

Las funciones de planeación y control de la producción difieren mucho entre las compañías. A pesar de estas diferencias, se aplican por lo general las siguientes funciones:

1. Se recibe el pedido del cliente, se notifica la venta.
2. Se analiza el pedido para determinar la materia prima y partes necesarias para su terminación. Se determinan las necesidades de potencial humano y asignación de mano de obra. Se establecen las hojas de ruta que muestren la secuencia de las operaciones requeridas para producir determinados artículos.
3. Se emiten las requisiciones para la compra de los materiales necesarios.
4. Se determina las herramientas necesarias para la fabricación.
5. Se realizan requisiciones de compra o fabricación de las herramientas y/o partes necesarias.

6. Se monitorea el mantenimiento de existencias de materiales.
7. Se determina el programa cronológico para designar cuando se deben de principiar y terminar los determinados trabajos.
8. Se dirige y controla los movimientos de materiales a través del proceso de producción.
9. Se recibe y evalúa los reportes de progreso sobre determinadas órdenes e iniciar en su caso la acción correctiva.
10. Se revisan los planes cuando las actividades de producción no pueden adaptarse a los planes originales y cuando sean necesarias revisiones en la producción programada debido al acumulamiento de ordenes.
11. Se controlan las existencias de partes y productos terminados.
12. Se mantienen los registros al día de todas las órdenes programadas y en proceso.
13. Se reporta el estatus de los pedidos a clientes y vendedores.
14. Se entrega el pedido.

A continuación se presenta la relación de las funciones en el siguiente cuadro:

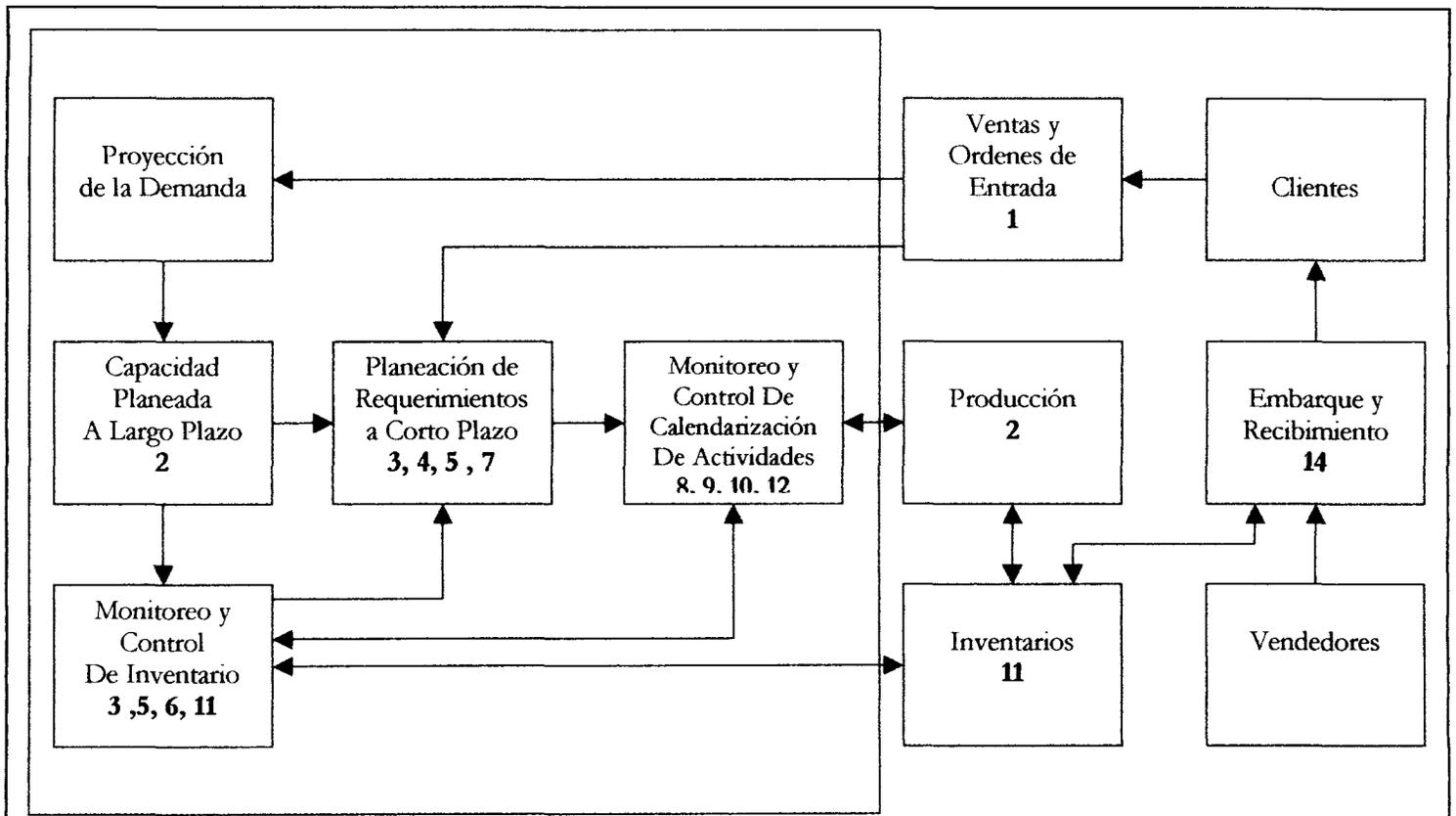


Figura 2.4. Sistema Típico De Control De Producción.

El sistema de la figura es una actividad cíclica comienza con el cliente moviéndose en contra sentido de las manecillas del reloj. El sistema de control de producción comprende aquellas actividades que se encuentran dentro del rectángulo.

La proyección de la demanda en el comienzo de la actividad de control de la producción. Para cada clase de producto o servicio en el futuro debe de ser predecida. No es factible tener un lead time amplio entre la entrega de la orden de producción y el producto final.

Sin una proyección de la demanda es imposible cumplir con la actividad de planeación a largo plazo.

La planeación de la capacidad es el segundo eslabón de la cadena de control de la producción. Es necesario conocer cuantas personas emplear, cuanto tiempo extra programar, y cuanto inventario sostener. Se debe tener un balance entre estos recursos ya que si no son suficientes se puede perder a los clientes y si se tienen en exceso la empresa puede tener un problema de flujo de efectivo. Sin un horizonte de predicción de la demanda, la planeación de la capacidad a largo plazo no puede ser posible.

El control de inventario es el acto de la comparación de lo que actualmente se tiene a la mano con la cantidad deseada. El control de inventario afecta la decisiones tomadas en la planeación de la capacidad. Los niveles de inventario pueden variar dependiendo de los periodos de demanda.

Los requerimientos de planeación a corto plazo responde a las decisiones de control de inventario, equipo y mano de obra. Esta actividad busca en un termino cercano cumplir con los objetivos de producción con los recursos laborales creando un plan maestro que marque los deberes del departamento de producción para las siguientes semanas.

El programa de producción comúnmente es elaborado sin referencia alguna de la dinámica cambiante de la situación de la planta. No considera el no contar con parte del personal, la falla de alguna maquina, si hay desperdicio o si las herramientas no se encuentran disponibles. Es por ello que se hace necesario ir ajustando el programa de producción o establecer mecanismos de control de los factores que podrían obstaculizar el logro de estos objetivos.

El responsable de planta debe de revisar las relaciones del programa de producción con los recursos disponibles de su área. Debe de decidir en que secuencia ordenar los trabajos y que recursos establecer para cada área. Estas decisiones de control de producción deben de ser comunicadas a los empleados de producción.

Las actividades de control de producción son una cadena de eventos interrelacionados que funciona como un sistema. Las decisiones son tomadas en diferentes horizontes de tiempo y con diferentes grados de precisión. Este control debe de lograr el fin último de usar los recursos limitados efectivamente para producir bienes que satisfagan las demandas de los clientes creando utilidades a los inversionistas.

2.3.2. Problemas Característicos En La Manufactura Repetitiva

- Las corridas de producción son largas, continuas y de alto volumen.
- Las líneas de producción tienden a ser fijas: las máquinas y el personal están agrupados de acuerdo a la familia del producto a procesar, y el flujo del artículo a través de una ruta fija.
- Se producen productos estándares, los materiales comúnmente son manejados a través de la línea en lugar de kits o de lotes.
- Los productos son comúnmente procesados en línea, la fabricación y el sub-ensamble es desarrollado simultáneamente con la operación de ensamble final.
- Las operaciones se combinan en centros de trabajo sencillos.

2.3.3. Problemas Característicos En Sistemas Basados En Ordenes De Trabajo

- La integridad del material no puede mantenerse siempre.
- Se dificulta mantener el reporte del trabajo en piso.
- No es posible reportar a detalle el estatus del trabajo.
- El desempeño debe de ser monitoreado sin depender de mecanismos de ordenes de manufactura discreta.
- El desempeño del trabajo (no completado) en el programa es comúnmente transferido como orden completada.
- El programa cambia rápidamente y frecuentemente.

2.3.4. Ventajas Del Control De Producción

El tener un sistema de control adecuado a la compañía presenta como ventajas:

- Tener una mejor utilización de los recursos de la compañía en cuanto a inventario, tiempo, espacio, equipo, etc.
- Contar con un seguimiento de las actividades de producción y de los productos, facilitando las actividades de planeación y programación de la producción.
- Mejorar la respuesta hacia los clientes.

2.4. Tipos De Sistemas De Control De La Producción

No existe un control de producción que pueda ser ajustado de una compañía a otra con la misma efectividad. Entre los factores básicos que hacen que un sistema de control sea más conveniente que otro se encuentra el tamaño de la compañía, la naturaleza del proceso, la cantidad de detalles requeridos para el control, la naturaleza de los artículos que se producen y los tipos de mercados en los cuales la empresa suministra sus productos.

El tipo más común de producción es el control de órdenes, el cual por lo general es empleado por compañías con sistema de producción intermitente, los llamados talleres de trabajo por lote. Los pedidos llegan al taller en diferentes cantidades por diferentes productos

Otro tipo de control es el de flujo, el cual es aplicable a industrias como la de químicos, petróleo, vidrio y algunas de procesamiento de alimentos. En este tipo de control se traza la ruta y se hace la programación cuando se lleva acabo el arreglo de la planta. Así, la línea de producción establecida se encuentra equilibrada y en secuencia antes de comenzar a toda escala las operaciones de producción. Una vez que el sistema de producción es diseñado, se debe de controlar el flujo de trabajo al sistema. Este tipo de control se encuentra con más frecuencia en los sistemas de producción continua.

Otros tipos de controles que instituyen las compañías son:

El control por bloques que se realiza en aquellas industrias que tienen la necesidad de mantener las piezas o artículos separados.

El control por carga, el cual se lleva a cabo en donde existe un cuello de botella en el proceso.

El control por proyectos especiales el cual existe para aquellos proyectos que sean especialmente costosos o laboriosos para terminarlos, tales como la construcción de un puente o la de un edificio.

2.5. Modelos De Control Para Los Sistemas De Producción

El objetivo de los sistemas es controlar la producción y el inventario por lo cual, se deben de establecer:

- Los productos, las familias de productos, y las opciones de artículos que puede producirse.
- El volumen en que deben producirse dichos artículos, familias de artículos y opciones.
- Un plan específico de producción.
- Los tiempos en que deben de estar presentes los materiales y la cantidad requerida, para poder cumplir con el plan de producción.
- La programación la entrega del material por parte de los proveedores.
- La programación de actividades de los centros de producción.
- Un control de verificación para que se cumplan los programas.

2.5.1. Planeación Y Control De La Producción En Sistemas De Producción Intermitente

Como los sistemas de producción intermitente están orientados a los pedidos, el tipo de planeación y control de producción que se utiliza más comúnmente es el de control por órdenes. Por la naturaleza del trabajo las órdenes de producción pueden venir de diferentes fuentes y en diferentes cantidades y diseños; el tiempo permitido para la producción también puede variar como resultado de las promesas de entrega hechas por vendedores.

Estas condiciones hacen difícil la planeación por adelantado, y se necesita un alto grado de control en cada orden. Los dos métodos fundamentales para programar son:

- La programación retrospectiva para ajustarse a una fecha límite.

- La programación por adelantado para sacar la producción tan pronto como sea posible.

En el control por órdenes, las actividades de la planeación y control de la producción están basadas en las órdenes y están coordinadas por el uso de números de órdenes.

Cada pedido individual tiene su propio número de orden, la que se le asigna cuando se recibe el pedido del cliente. Durante todo el proceso de producción, el departamento de producción identifica cada orden por su número.

Cuando un pedido es recibido, el departamento de planeación y control de la producción puede enviarlo a ingeniería o en algunos casos puede utilizar a su propio personal para determinar la materia prima y las partes necesarias para cumplir el pedido, así como las operaciones necesarias para completar el proceso de producción.

La lista de materiales debe de incluir la siguiente información:

- El nombre del producto y el número de modelo, si se aplica.
- La materia prima requerida, así como las cantidades necesarias para la fabricación.
- Las partes que se requieren y sus cantidades.
- Referencias a dibujos y/o planos.
- El número de la orden y la cantidad que debe de producirse.

Otro de los elementos que debe recibirse de ingeniería es la hoja de ruta, la cual contiene el orden de los pasos u operaciones que se requieren para completar la orden. Además de esto, la hoja de ruta indica el tipo de máquina en la cual deberá hacerse cada actividad, las herramientas necesarias y el tiempo requerido para cada paso de la operación

La programación cronológica implica la determinación de los requisitos de tiempo para terminar un trabajo ya que establece cuando deben de ejecutarse las operaciones necesarias. Para poder realizarlo, es necesario conocer aspectos como la capacidad de las máquinas, el tiempo de entrega de la materia prima, los tiempos necesarios para manejo de materiales, consideraciones del inventario en proceso, las prioridades de las órdenes a fabricar, entre otros.

Una vez que se formula la hoja de ruta, la lista de materiales y el programa cronológico se pueden realizar las órdenes de trabajo. En algunas empresas estas órdenes se despachan al supervisor del departamento quien determina las máquinas que deben de emplearse, así como la mano de obra necesaria para la fabricación.

2.6. Planeación Y Control De La Producción En Los Sistemas De Producción Continua

Estas actividades son más sencillas que las del sistema de producción intermitente, ya que no es necesario establecer la ruta que sigue el producto estandarizado puesto que esta se encuentra preestablecida en el diseño de la planta. El arreglo del equipo está basado en productos estandarizados, y las máquinas se colocan en secuencia y equilibradas por lo que se eliminan los problemas de la programación, La estandarización de los productos, el equipo y las asignaciones del trabajo permite que los controles también sean normalizados. El principal interés es mantener un suministro continuo y suficiente de los materiales.

En este tipo de producción las líneas están equilibradas y rara vez se cambia la secuencia de las operaciones. Se logra una economía al operar casi al máximo de la capacidad.

La función del control de la producción está dirigida hacia el mantenimiento del ritmo del flujo de la producción, de manera que se produzca el número requerido de artículos.

Algunos sistemas de producción continua se encaminan a mantener funcionando el sistema de producción hasta cerca de su capacidad lo cual, a su vez, implica mantener un determinado nivel en el ritmo de flujo.

Como los sistemas de producción continua se caracterizan por un gran volumen de producción, el control de inventario adquiere mucha importancia ya que es necesario mantener el inventario de materia prima y suministros en ciertos niveles. Básicamente las actividades que comprende este tipo de control de producción es la de disponer de existencias de materia prima y suministros para mantener abastecido el sistema de producción asegurándose de que los productos terminados sean movidos del sistema de producción. Así mismo, de mantener el ritmo de flujo necesario de manera que pueda funcionar hasta casi cerca de su capacidad en algunos casos, o que cubra los requisitos de la cantidad de los volúmenes de producción.

La administración de la manufactura puede presentar problemas, pero resolverlos no es la respuesta correcta. Las soluciones que reducen el ausentismo, los paros de las máquinas, los tiempos de entrega de los vendedores y el desperdicio deben de ser encontradas. La mejor manera es prediciendo y evitando estos problemas antes de que ocurran. La clave es controlar y planear la información.

Información requerida para lograr el control:

Estatus de los Recursos (personal, maquinaria, equipo, equipo de inspección y equipo de manejo de materiales):

- a) Qué recursos existen?
- b)Cuál es su estatus de operación?
- c) Cuáles son sus limitaciones y capacidades?

Estatus del Trabajo:

- a) Ordenes de trabajo vigentes en la programación.
- b) Operaciones y procesos que corresponden a estas ordenes.
- c) Fechas de complementación de cada orden.

Estatus del Material:

- a) Qué partes están en la planta?
- b) Número de piezas y partes en inventario.
- c) Número de piezas y partes localizadas en ordenes vigentes.
- d) Número de piezas y partes en orden, y cuando la entrega es esperada.
- e) Porcentaje de desperdicio.

Estatus del Programa:

- a) Planeación de Operaciones y procesos.
- b) Tiempo esperado de proceso en cada operación.
- c) Tiempo de proceso total planeado.
- d) Secuencia de operaciones presentes.

- e) Tiempo esperado para completar cada operación.
- f) Porcentaje de retrabajo.

Estatus del Movimiento de Materiales:

- a) Movimiento de tarjetas vigentes.
- b) Tarjetas de artículos y requerimientos urgentes.

Estatus de Productividad:

- a) Porcentaje de Capacidad Utilizada.
- b) Tiempo promedio en el sistema de trabajo.
- c) Valor actual del inventario existente.
- d) Razón promedio de operación del tiempo de corrida.
- e) Tiempo promedio de movimiento del material.

CAPITULO 3: SISTEMAS DE CONTROL DE MANUFACTURA

En este capítulo se analizarán los sistemas de control de manufactura que ayudan a administrar la complejidad en los sistemas de producción. El propósito de este capítulo es dar una breve introducción sobre las estrategias que se pueden seguir en un sistema de control.

3.1. MRP: Material Requirement Planning

La planeación de requerimientos de materiales (MRP) es una técnica la cual apoya a la compañía en la planeación detallada de la producción. MRP traslada el plan agregado en un plan extremadamente detallado.

MRP identifica las piezas y materiales específicos que se necesitan para producir artículos finales, las cantidades precisas necesarias y las fechas en que hay que enviar y recibir los pedidos de estos materiales o fabricarlos dentro del ciclo de producción. Los objetivos principales de un sistema MRP básico son controlar los niveles de inventarios, asignar prioridades operativas para los artículos y planificar la capacidad de carga de los sistemas de producción.

El objetivo de MRP es determinar los requerimientos de manera que se logre un completo control sobre el proceso total, calculando los componentes necesarios para satisfacer el Plan Maestro de Producción y los periodos en que estos componentes deben estar disponibles. Su filosofía es la de apresurar el flujo de materiales cuando su carencia retrasaría el programa global de producción y demorarlo cuando hay atrasos en el programa de trabajo y se pospone su necesidad. Este sistema funciona de la siguiente manera:

- Se utilizan los pedidos de productos para crear un programa maestro de producción; así se establece el número de artículos a producir en los periodos específicos.
- Se utiliza una lista de materiales que permite concertar la cantidad de material requerido para cada artículo y la cantidad concreta de cada uno.
- El archivo de registros de inventario contiene datos como el número de unidades disponibles y en pedido.

Con estas tres fuentes se obtiene un programa detallado de pedidos para toda la secuencia de producción.

MRP provee la información necesaria para la planeación de requerimientos de capacidad, la cual determina las capacidades y los periodos que se requieren para el Centro de Trabajo, todo esto con el fin de satisfacer el Plan de Producción.

Los beneficios que proporciona el trabajar con este sistema de requerimientos es:

- Mejorar la administración de inventarios con menos niveles de stock.
- Mejora de productividad.
- Incrementa la visibilidad del negocio.
- Mejora la respuesta a la demanda del mercado.
- Da habilidad de cambiar el programa maestro de producción.
- Costos más exactos y seguridad en precios.
- Mejora los tiempos de preparación.
- Reduce los tiempos de inactividad.

Además, provee fechas de vencimiento de ordenes pendientes esenciales para planeación y control prioritario. La fecha de vencimiento de ordenes establece la prioridad relativa de la orden en cuestión.

El sistema MRP es auto-ajustable porque constantemente replanea y redistribuye el inventario existente a requerimientos cambiantes, indicando qué, cuándo, cuánto ordenar y programando la distribución.

Las características que presenta el MRP son [Azarang, Calidad En Manufactura De Clase Mundial] :

- Orientada al producto: MRP planea los requerimientos de componentes basados en datos sobre las especificaciones de las relaciones de los componentes que forman el producto final (lista de materiales o árboles de estructura de los productos).
- Mira al futuro: Se relaciona al Programa Maestro de Producción al determinar los requerimientos futuros, por lo tanto, la planeación de futuras demandas está basada en calcular requerimientos futuros, más que usando datos históricos.

- **Requerimiento en base de tiempo:** Se resalta los requerimientos de los componentes a través de la lista de materiales en una programación de la red nivel por nivel, compensando estos requerimientos basados en los tiempos de entrega para cada componente.
- **Sistema de Planeación Prioritaria:** Se establecen fechas de necesidad de requerimientos basado en la flexibilidad de tiempos de entrega y reprogramando capacidades.

Elementos de un Sistema MRP

- **Tiempo de entrega.**
- **Lista de materiales y árboles de estructura del producto.**
- **Programa Maestro de Producción.**
- **Base de datos sobre el estado del inventario.**

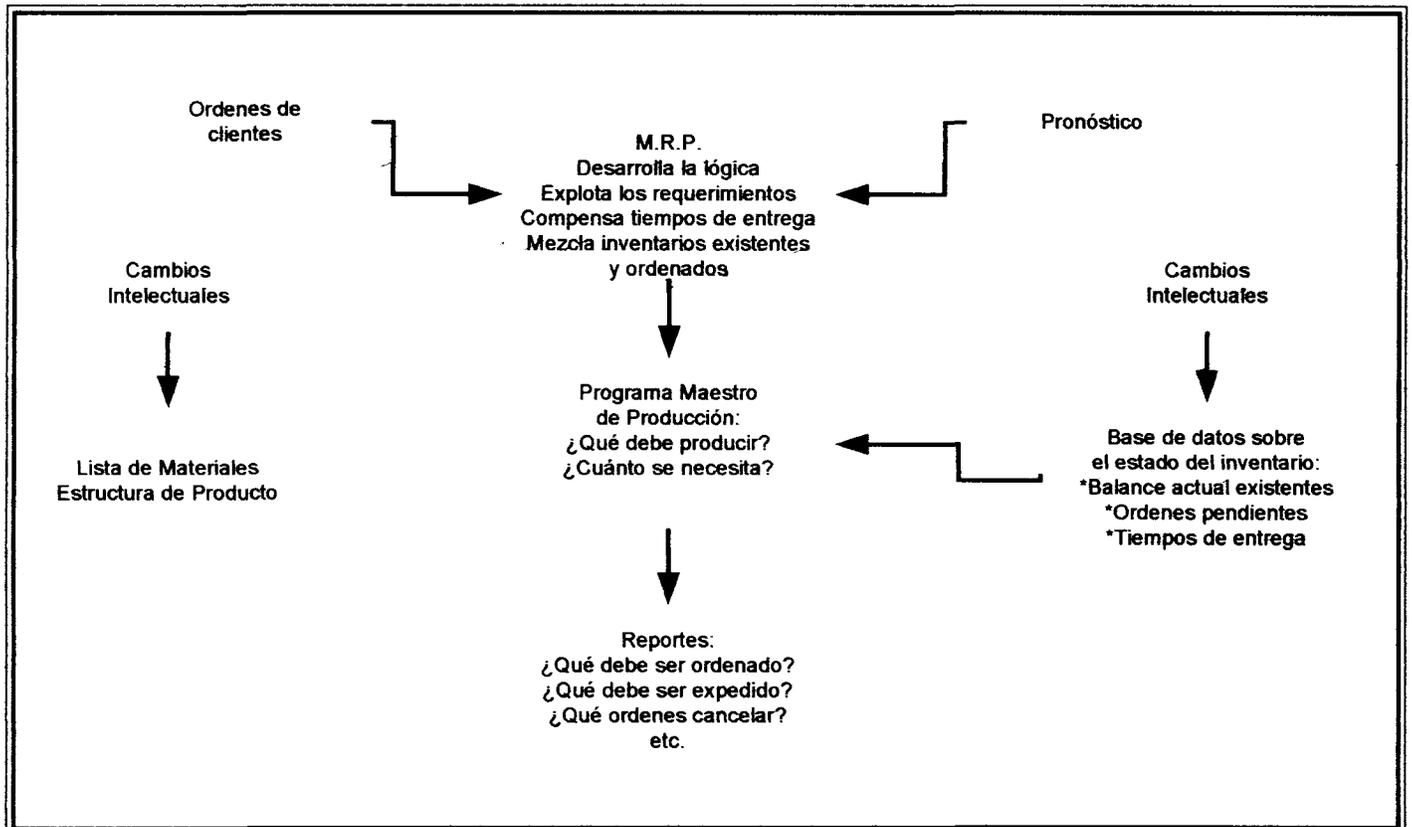


Figura 3.1. Elementos Del Sistema MRP.

3.2. *Manufactura Esbelta*

El Sistema de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta fue desarrollado en Japón por Ohno Taiichi en la Compañía Toyota hace más de veinte años y ha sido implantando y mejorado en los últimos diez años por Compañías de todo el mundo.

Este concepto comenzó a propagarse en Estados Unidos en 1990, una vez que se publicó el libro “The Machine That Changed The World”, el cual describía la diferencia que existe entre la producción en masa y la manufactura esbelta.

El sistema de manufactura esbelta ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura basada en la eliminación planeada de todo tipo de desperdicio (considerándose como desperdicio todas aquellas actividades que absorben recursos y que no agregan valor) en el respeto por el trabajador y en la mejora consistente de Productividad y Calidad. El sistema de manufactura Esbelta incluye la ejecución exitosa de todas las actividades que se requieren para satisfacer los requisitos del cliente, desde el diseño del producto hasta la entrega del mismo. Este sistema incluye todas las etapas de un sistema de manufactura, desde compra y transformación de materiales hasta embarque. Además pretende lograr visibilidad, simplicidad, flexibilidad, organización y estandarización.

La Manufactura Esbelta tiene como objetivo alinear la estrategia organizacional hacia una meta única satisfaciendo al cliente al reducir el tiempo de ciclo del producto mediante la eliminación de desperdicio, con lo cual se reducen los costos en todo el proceso de producción y en la utilización de la mano de obra. Esta metodología requiere que el control de calidad sea efectivo en el proceso ya que el propósito es que la calidad sea utilizada como un recurso.

Las compañías que han implantado este sistema han obtenido mejoras impresionantes en productividad, calidad, tiempos de producción, costo, flexibilidad, diseño del producto, etc. Sin embargo, el beneficio más importante ha sido el cambio de cultura y actitud de todo el personal hacia la mejora continua y permanente, la prevención, la calidad total, la excelencia y el trabajo en equipo.

Entre algunos beneficios que se presentan al trabajar bajo este están:

- Doblar la productividad laboral.
- Disminuir hasta en un 90% el tiempo utilizado en manufactura, reduciendo los tiempos de ciclo a través de la eliminación de desperdicios.
- Mejorar la relación entre los proveedores.
- Reducir hasta en 90% el inventario.
- Mejorar la calidad a cero defectos.
- Reducir el tiempo de lanzamiento de productos a mercados.
- Aumentar la participación de los empleados.

El método general para el desarrollo e implementación de un Sistema de Manufactura Esbelta consta de cinco principios básicos [Azarang, Calidad En Manufactura De Clase Mundial]:

1. **Definir Valor:** Es el punto de partida en un sistema esbelto. El valor solo puede ser definido por el cliente o usuario final del bien o servicio ofrecido en términos de satisfacer sus necesidades a un precio y tiempo determinado. El valor es creado por el productor.
2. **Identificar la Cadena de Valor:** Cadena del Valor es el conjunto de actividades específicas requeridas para llevar un producto a las tareas administrativas esenciales de cualquier organización. Identificando y analizando la cadena de valor, se pueden detectar actividades que no crean valor pero son inevitables y aquellas que no crean valor pero pueden ser eliminadas inmediatamente.
3. **Definir el Flujo:** Este principio trata de cambiar nuestros esquemas mentales de trabajo por funciones y/o departamentos hacia el de procesos. La eliminación del desperdicio radica en formar lotes pequeños de productos que fluyan constantemente por procesos de producción; provocando así que los tiempos de ciclo se acorten continuamente.
4. **Jalar:** Al contar con un tiempo de ciclo corto y de respuesta, se estará produciendo únicamente lo que el cliente demanda haciendo que él sea quien jale el gatillo de producción, en vez de continuar empujando partes y componentes y mantener niveles altos de inventario, que representan desperdicio puro.

5. Perfeccionar: Al utilizar adecuadamente los principios anteriores se empieza a observar que no existe un final para seguir reduciendo esfuerzos, tiempo, espacio, costo y errores; y que el producto que se ofrece se acerca cada vez más a las necesidades y expectativas del cliente.

El pensamiento esbelto busca encontrar la manera de utilizar menos de todo, de hacer más con menos: menor esfuerzo humano, menor tiempo, menor espacio y menor equipo.

Entre los objetivos de la manufactura esbelta se encuentra la eliminación de los desperdicios o cualquier actividad que no agrega valor. Los siete tipos de desperdicios más importantes son:

1. Sobreproducción.
2. Tiempo de espera.
3. Transporte.
4. Perdida de Inventario.
5. Procesamiento.
6. Movimiento.
7. Defectos en productos.

3.3. JIT: Sistema Just In Time

El sistema “Just In Time” (JIT) nace como una filosofía referente al tiempo de producción donde se busca producir los productos correctos en la cantidad correcta y en el tiempo correcto, basándose en la calidad, la productividad, servicio, flexibilidad, inventario ocioso, tamaño de lotes, tipo de entrega y el espacio. Los proyectos JIT han sido lanzados en muchas de las mejores industrias manufactureras a nivel mundial permitiendo alcanzar la excelencia, basándose en la eliminación continua de desperdicios.

“Justo a tiempo es un enfoque disciplinado para el mejoramiento de la productividad total y la eliminación de desperdicio. Proporciona una producción efectiva en costos y la entrega de sólo las cantidades necesarias de partes con la calidad correcta, en el momento y lugar correctos, usando un mínimo de instalaciones, equipo, materiales y recursos humanos...” (Slack, p.548).

Una de las ventajas más importantes de implementar un sistema "Just in Time" es la mejora en los costos, en lo que se refiere a inventarios y productividad. Las desventajas de no trabajar con Justo a Tiempo se traducen en incurrir en costos excesivos o que pongan a la empresa fuera de competitividad.

El sistema de producción Justo a Tiempo es el resultado de la eliminación de desperdicios, lo cual se logra con los siguientes elementos básicos de este sistema: recursos flexibles, layouts celulares, sistema de producción de empuje, control de producción Kanban, paros rápidos, lotes de producción pequeños, calidad en la fuente, mantenimiento productivo total y redes con el proveedor.

El JIT también consta de los siguientes principios :

1. Igualar la oferta y la demanda para poder obtener un tiempo de entrega cercano a cero, lo cual ayuda a eliminar los inventarios.
2. Considerar como peor enemigo al desperdicio, esto es cualquier actividad que no agregue valor al producto o servicio. Las causas de desperdicios son el desbalanceo entre trabajadores-proceso, problemas de calidad, mantenimiento preventivo insuficiente, retrabajos, sobreproducción, sobrecompras, etc.
3. El proceso debe ser continuo lo cual significa que se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario lo cual se logra con :
 - a. Teniendo tiempos de entrega muy cortos
 - b. Eliminando los inventarios innecesarios.
 - c. Mejora continua, la búsqueda de la mejora debe ser constante y tenaz para así lograr las metas propuestas.
 - d. Trabajadores multihábiles.
4. Es primero el ser humano, quien es el activo más importante. El sistema justo a tiempo considera que el hombre es la persona clave en las decisiones y es quien logra llevar a cabo los objetivos de la empresa. Los estándares de trabajo deben estar basados en la seguridad de los miembros de la empresa.

5. Sobreprotección o ineficiencia. Aquí existen otros principios como la calidad total, el involucramiento de la gente, la organización en el lugar de trabajo, el mantenimiento preventivo total, la reducción del tiempo de preparación, el disminuir inventarios y el simplificar las comunicaciones.
6. No vender el futuro, las metas actuales tienden a ser a corto plazo, hay que reevaluar los sistemas de medición y de desempeño.

El sistema justo a tiempo persigue los cinco ceros, que son cero defectos, cero averías, cero stocks, cero plazos y cero burocracia.

Esta filosofía ha hecho de las empresas japonesas verdaderas fuentes de ventaja competitiva frente a muchísimas empresas, que hoy en día están aplicando para lograr también un buen mercado y a su vez una ventaja frente a los demás.

El sistema Justo a Tiempo trae consigo múltiples beneficios, entre los que se encuentran:

- La disminución de la inversión para mantener niveles altos de inventarios. El aumento en la rotación del inventario. La baja en los costos financieros a través de bajos o de cero inventario.
- La reducción en las pérdidas de material, no existe el desperdicio.
- La mejora en la productividad global y el incremento en la capacidad.
- La utilización de menor espacio de almacenamiento.
- La racionalización en los costos de producción y el ahorro en los costos de producción, no existen errores.
- La facilidad en la toma de decisiones en el momento justo.
- El mejoramiento de las relaciones con los proveedores.
- Mayor variedad en los productos.
- Fabricación y procesos flexible.
- El mejor uso de los recursos humanos.

3.4. Kanban

Un Kanban es una herramienta para alcanzar la producción Justo-A-Tiempo ya que es fundamento de la planeación y control JIT, es un método que se aplica es un sistema de planeación y control basado en jalar. El Kanban en japonés significa quiere decir tarjeta o señal, la cual funciona en base a que cada proceso en la línea de producción jale justo el número y tipo de componentes que el proceso requiere, en el momento adecuado.

Existen 2 tipos principales de Kanban:

- **Kanban de Retiro:** Especifica el tipo y la cantidad de producto que el proceso subsecuente debe de retirar del proceso precedente.
- **Kanban de Producción:** Especifica el tipo y cantidad de producto que el proceso precedente debe de producir.

Los Kanbans son los únicos medios que sirven para autorizar movimiento, producción o suministro.

Entre la información que debe de contener la tarjeta se encuentra: el punto de uso, el punto de suministro, la cantidad solicitada, el número de parte de la pieza, ensamble o componente, así como la descripción del mismo, en algunos casos es posible colocar código de barras y fotografías para identificar de una manera más rápida la información que se requiere de la tarjeta.

Entre algunas de las reglas de Kanban mencionadas por los autores se encuentran:

- **Regla 1:** No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.
- **Regla 2:** Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario. Se prohíbe la producción mayor al número de kanbans.
- **Regla 3:** Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente. El proceso subsecuente debe retirar los productos necesarios en el punto necesario y en el tiempo necesario.
- **Regla 4:** Balancear la producción.
- **Regla 5:** Kanban es un medio para evitar especulaciones. Debe adaptarse a pequeñas fluctuaciones en la demanda.
- **Regla 6:** Estabilizar y racionalizar el procesos.

El Kanban es un proceso simple y entendible que provee información rápida y precisa a bajo costo. Entre sus principales esta el mejorar el tiempo de respuesta a los cambios, evitar la sobreproducción, minimizar el desperdicio, mantener el control, delegar responsabilidad a los operarios en la línea y a detectar los problema de calidad.

El Kanban es recomendable en las líneas de producción, en almacenes que alimentan a las líneas de producción, en el proceso de entregas entre proveedores – cliente, en las plantas con producto único. Igualmente requiera que exista una buena calidad del producto y operadores multihábiles para el buen desempeño de este sistema.

El uso de Kanban no es efectivo en aquellas organizaciones que desarrollan alta variedad de productos y que experimentan variabilidad en sus procesos, en donde no existe programas maestros efectivos de producción y trabajo en equipo y donde la demanda es cíclica.

Mecanismos de Kanban:

- Sistema de una tarjeta:

Un sistema de una sola tarjeta utiliza únicamente la tarjeta de movimiento. Si las tarjetas de movimiento se fijan a los contenedores, los contenedores vacíos sirven como señal para volver a llenarlos.

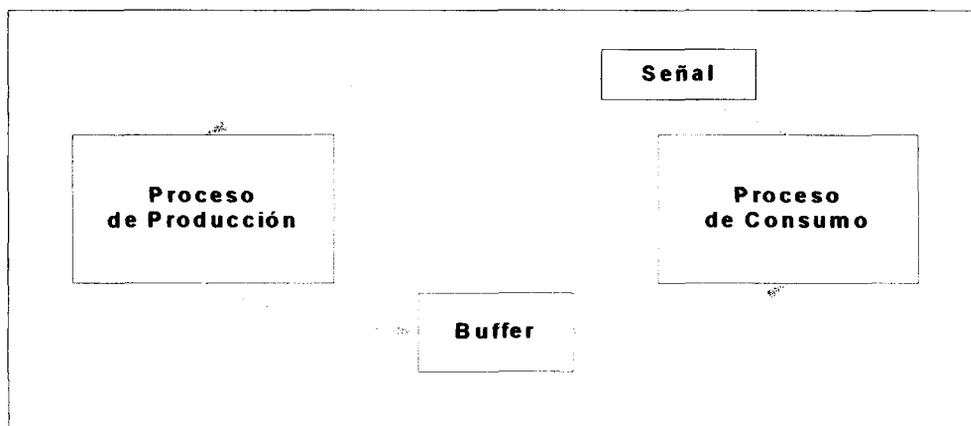


Figura 3 .2. Sistema Kanban De Una Sola Tarjeta.

➤ Sistema de Doble Tarjeta:

El sistema de doble tarjeta reemplaza exactamente lo que se ha consumido. Si dos operaciones están a la vista una de otra, se requiere de una restricción de inventario entre ellas lo cual se puede lograr marcando un espacio llamado cuadro Kanban entre las operaciones, donde si el cuadro esta vacío, los trabajadores reciben la señal de llenarlo sin dejar artículos adicionales.

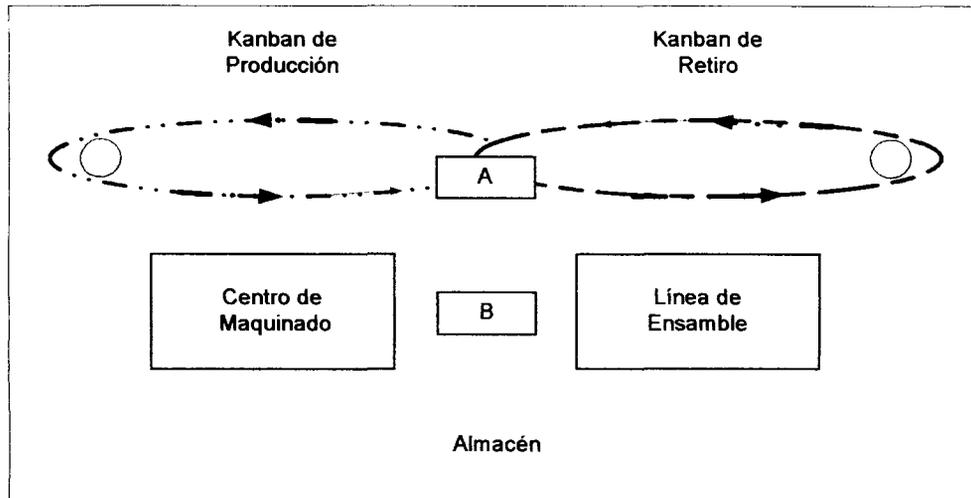


Figura 3.3. Sistema Kanban De Doble Tarjeta. [Buffa, p.445]

Para Toyota, el Kanban ha sido una de las bases de su sistema de producción, con el cual, cubren los propósitos de:

- Contar con las instrucciones para que el proceso anterior mande más.
- Tener un control visual que muestra las áreas con sobreproducción y falta de sincronización.
- Utilizar herramientas para la mejora continua, las reglas de Toyota establecen que el número de kanbans debe de reducirse con el tiempo.

Algunas de las ventajas de trabajar con este tipo de tarjetas son:

- Proceso simple y entendible.
- Provee información rápida y precisa.
- Transfiere información a bajo costo.
- Delega responsabilidad.

- Ayuda a encontrar problemas de calidad.
- Reduce los tiempos de preparación.
- Provee respuesta rápida a los cambios.
- Minimiza el inventario.
- Trabajo con tamaños de lotes pequeños.
- Evita la sobreproducción.
- Minimiza el desperdicio.

3.5. FMS: Sistema de Manufactura Flexible

Los sistemas de manufactura flexible (FMS) es una integración de maquinas y herramientas enlazadas mediante un sistema de manejo de materiales automatizado operados automáticamente con tecnología convencional o al menos por un CNC (control numérico por computadora), donde cada una de ellas es capaz de realizar muchas operaciones debido a la versatilidad de las máquinas-herramientas y a la capacidad de intercambiar herramientas de corte con rapidez (en segundos), estos sistemas son relativamente flexibles respecto al número de tipos de piezas que pueden producir de manera simultánea y en lotes de tamaño reducido (a veces unitario). Estos sistemas pueden ser casi tan flexibles y de mayor complejidad que un taller de trabajo y al mismo tiempo tener la capacidad de alcanzar la eficacia de una línea de ensamble bien balanceada.

El empleo de los FMS permite flexibilidad productiva, gestión en tiempo real y acelerado nivel de automatización general, así que una celda en línea es en resumen aceptar el ingreso de materia prima y sacar productos listos para ser ensamblados.

Las celdas de FMS pueden elaborar una gran variedad de trabajos sobre una o varias piezas o familias e piezas. Pueden existir tantos tipos de celdas, o estaciones de procesamiento, como tipos de necesidades de la industria. En general, las celdas de manufactura se pueden clasificar en :

- Celdas de manufactura para conformado de piezas.
- Celdas de ensamble.
- Celdas de inspección.
- Celdas de acabado.
- Celdas de almacenamiento.

Las herramientas pueden ser entregadas al FMS tanto en forma manual como automática.

Los FMS disponen de un sistema de manejo de materiales automatizado que transporta las piezas de una máquina a otra hacia dentro y fuera del sistema. Puede tratarse de vehículos guiados automáticamente (AGV) conducidos por alambre de un sistema transportador o de carros remolcados por línea y por lo general intercambian de plataforma con las máquinas.

La distribución de la planta en un FMS tiene que especificar los números y el diseño tanto de las plataformas como de los distintos tipos de accesorios, se tiene que crear y organizar la planeación, la programación y las estrategias de control para operar el sistema.

Las especificaciones del diseño y las necesidades cambian lo cual ocasiona que los diseños iniciales de un FMS varíen mucho. Después de la creación y subsiguiente implantación del diseño de FMS, los modelos resultan también útiles para establecer y programar la producción a través del sistema.

Así mismo se determina los tipos de piezas que se deben seleccionar para maquirarlos de manera simultánea en un período próximo. Se ha recurrido a modelos matemáticos en la programación de un FMS para establecer la secuencia de entrada optima de las piezas y una secuencia optima en cada máquina-herramienta dada la mezcla actual de piezas.

Los temas de control de un FMS involucran el monitoreo en tiempo real, para asegurarse de que el sistema se desempeñe como uno piensa y que se ha logrado la producción esperada.

Algunas de las desventajas de los sistemas flexibles de manufactura son los costos de instalación y mantenimiento, ya que en general no están diseñados para altos niveles de producción.

3.6. TOC: Teoría De Restricciones.

La teoría de restricciones es un sistema que permite identificar las restricciones del sistema para convertirlas en fuentes de ventaja competitiva. La creación de esta teoría se debe a Eliyahu Moshe Goldratt, siendo el objetivo hacer y producir dinero en el presente y en el futuro.

Esta filosofía proporciona herramientas prácticas y de logística proporcionando resultados rápidos que generan una mejora continua y una mejor utilización de los recursos.

Esta teoría implica aceptar la existencia de una fábrica desequilibrada, en la que alguno de los recursos tiene menos capacidad de producción relativa que los otros. Al recurso más limitado se le llama restricción la cual es una variable que evita o limita que un sistema logre un elevado desempeño con respecto a su meta.

Los principios de la teoría de restricciones son aplicados universalmente. Pueden ser utilizados en los sistemas de control para proveer señales en la administración de las funciones operacionales en la industria de productos y servicios.

Las empresas tradicionales utilizan comúnmente los siguientes indicadores para medir el desempeño de la organización:

1. Utilidad Neta (NP): Es una medida absoluta que representa las ganancias o las pérdidas de la compañía en unidades monetarias.
2. Retorno de Inversión: Es una medida relativa que representa el rendimiento del capital de los accionista y que es reportado en el balance general.
3. Flujo de Efectivo: Es la condición necesaria para la operación diaria de la organización, con lo cual se permite atender los pagos derivados por su operación (proveedores, mano de obra, gastos, etc.).

Aunque estas medidas son importante, la organización debe de evaluar el desempeño de las acciones operativas para poder tomar decisiones más oportunas y así controlar el desempeño de las operaciones del negocio, es por ello, que la teoría de restricciones propone los siguientes indicadores:

1. **Capacidad Global o Throughput:** Es el dinero que el sistema genera a través de las ventas. El producto que aún no ha sido vendido, no es considerado como throughput.
2. **Inventario:** Es el dinero que la empresa invierte en recursos para generar productos o para vender directamente.
3. **Gastos de Operación:** Es el gasto al cual incluye la empresa para generar la producción, incluye el costo directo de la fabricación, gastos de administración, publicidad y ventas.

De los tres indicadores, la teoría de restricciones da mayor importancia al throughput y al inventario, a diferencia de la gestión clásica basada en los costos, que coloca en primer lugar a los gastos de operación.

El control de producción bajo la teoría de restricciones busca lograr el aprovechamiento de los recursos a partir de la planeación de la producción, la cual incluye los requerimientos de inventario, la ruta del proceso, el tamaño de lote de producción y la forma de liberación de materiales. De esta manera, puede tomar decisiones que ayuden a aumentar el rendimiento de la producción y poder así, dar una mejor respuesta al mercado.

La teoría de restricciones propone encontrar una programación de recursos que permita mejorar el flujo de producción y que de cómo resultado, el logro de los objetivos de la organización, utilizando un sistema de manejo de inventarios llamado tambor-amortiguador-cuerda que cuenta con las siguientes características:

El tambor es un mecanismo de programación de la producción, que marca el ritmo que dirige la operación dentro del sistema a través de un programa maestro que parte de la restricción y de las fechas prometidas de entrega; el cual contiene las necesidades de producción (en cantidad y tiempo).

El amortiguador de tiempo busca asegurar el flujo de productos, contra las desviaciones que el programa de producción podría presentar, su objetivo es controlar en base a la restricción del sistema o del inventario; dando apoyo al proceso antes de la operación crítica y proveyendo de stock a la operación que respaldará. La teoría de restricciones propone tres lugares estratégicos en la planta donde debe ubicarse el amortiguador de tiempo:

- Amortiguador de la restricción, el cual protege el uso de los recursos que pasan por la restricción.
- Amortiguador de ensamble, protege al área de ensamble con piezas que ayuden a mejorar el desempeño de la línea.
- Amortiguador de embarques (buffer), permite dar tiempos de respuesta rápidos al mercado.

La cuerda es un mecanismo que pretende lograr la sincronización requerida con todos los recursos que no son restricción de capacidad a través de un flujo natural de producción. La responsabilidad de la cuerda es dar información relevante y monitorear las áreas críticas para tener un control del sistema.

Las características de sistema tambor-amortiguador-cuerda son [Juárez, p. 23]:

- Cada operación en lo individual no esta protegida.
- La protección es para el sistema total sin importar donde se presenten las fallas.
- Al tener el inventario (amortiguador), sólo donde se requiere se puede controlar mejor, ya que solo se enfoca a ciertos puntos de la planta.

La teoría de restricciones propone administrar los amortiguadores basándose en el comportamiento de los amortiguadores establecidos, buscando prevenir cualquier problema que pudiesen surgir.

Entre las ventajas que da la administración de operaciones bajo el sistema de teoría de restricciones son el mejorar aprovechamiento de la capacidad instalada administrando los recursos críticos buscando simplificar la administración y facilitando el control y el seguimiento del programa de producción a través del enfoque de los amortiguadores establecidos, orientando las acciones de mejora de manera que los esfuerzos correspondientes resulten más efectivos en términos de resultados para el negocio.

Por otra parte, se pueden lograr importantes avances en cuanto a volumen de producción y aprovechamiento de la capacidad, reducción de inventarios, mejores niveles de servicio y tiempos de respuesta.

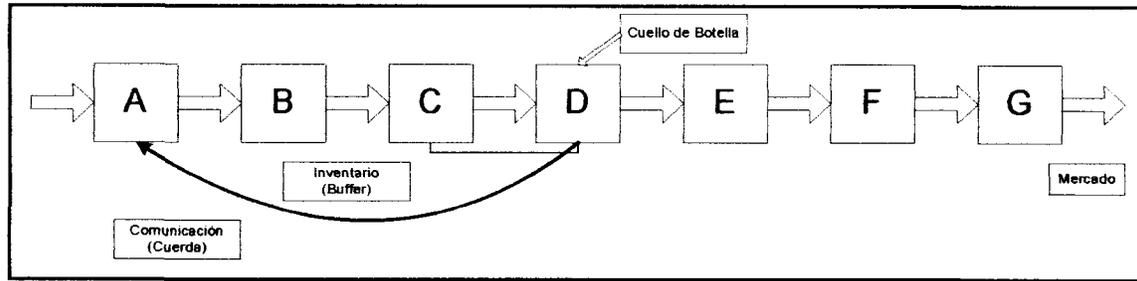


Figura 3.4. Fundamentos De La Teoría De Restricciones. [Chase - Alquilano, p. 925].

A continuación se muestra en la tabla 3.1. un resumen de las características de los sistemas de control de manufactura, así como las ventajas y desventajas que representa su utilización.

SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA					
TEORÍA O SISTEMA	Sistema de Producción	Características	Herramientas Utilizadas	Ventajas	Desventajas
MRP	Producción en Línea	Abastecimiento de materiales programada de acuerdo a los requerimientos y tiempos de producción.	Ordenes de Producción.	Aumenta la precisión en cantidad y tiempo en los requerimientos de materiales necesarios, con lo cual se disminuye el costo del inventario.	No considera la capacidad de la planta.
	Producción por Proceso		Ordenes de Compra		No considera los problemas de producción.
	Producción por Proyecto				
JUSTO A TIEMPO	Producción en Línea	Considera la Producción a partir de las ventas.	Tarjetas Kanban	Fácil seguimiento de los detalles de producción en cada etapa del proceso.	Limitado a condiciones estables.
	Producción por Proceso	Control de acuerdo a señales visuales.		Control de inventarios / Control de calidad	Requiere de un nivel alto de disciplina en toda la organización.
SISTEMAS FLEXIBLES DE MANUFACTURA	Producción por Proceso	Arreglo de máquinas de acuerdo al proceso-producto.	Ordenes de Producción.	Alta flexibilidad para la producción de piezas y subensambles.	Los costos de instalación y mantenimiento son altos.
		Considera la producción a partir de las ventas.	Ordenes de Compra	Se logra control en el ingreso de materia prima y en la salida de las piezas y subensambles en cada una de las etapas.	Están diseñados para altos niveles de producción.
		Flexibilidad al fabricar variedad de productos.	Tarjetas Kanban		
TEORÍA DE RESTRICCIONES	Producción en Línea	Identifica restricciones del sistema como un todo.	Herramientas de identificación y análisis / Amortiguadores	Alcanza la eficacia de una línea de ensamble bien balanceada.	Requiere del involucramiento de todo el personal con el fin de encontrar y explotar las restricciones del sistema.
	Producción por Proceso	Analiza las restricciones para establecer la estrategia más adecuada para lograr los objetivos de producción.		Eleva la productividad si es implementado correctamente en todo el proceso.	Se requiere de un completo cambio al analizar el sistema de manufactura.

Tabla 3.1. Características De Los Sistemas De Control De Manufactura.

El programa de producción con MRP hace la secuenciación de trabajos como si la planta contara con recursos ilimitados. En cambio, los programas de producción por Justo A Tiempo y Teoría de Restricciones asumen una capacidad limitada.

Los mecanismo de control deben de comparar el orden actual de los niveles de producción contra lo planeado. El sistema Justo A Tiempo se apoya de las tarjetas Kanban para controlar la producción y así optimizar la capacidad de los recursos, mientras que la teoría de restricciones utiliza el cuello de botella como punto de partida para programar la producción, considerando a los buffers como apoyo de control en búsqueda de lograr los objetivos de producción.

Para el control de producción en el piso bajo el sistema Justo A Tiempo se considera la utilización de kanbans los cuales ayudan a controlar el tamaño del buffer entre las operaciones, comunicando las necesidades de producción.

El control de la producción mediante buffers consiste en monitorear el estado actual de los buffers contra lo planeado y en la localización de las piezas faltantes que están próximas a causar una interrupción en el programa de producción. Esta técnica, hace el control en el corto plazo y encuentra áreas de oportunidad de mejora más efectivas para el mediano plazo utilizando solo la cantidad mínima requerida de información.

Es de esta manera que el control se logra atendiendo las causas que provocan que las piezas no se encuentren en el momento necesario, en la cantidad necesaria y en el lugar necesario.

El monitoreo de los buffers y la toma de acciones antes de que surjan los problemas enciende una señal de alarma para reaccionar inmediatamente a los problemas de producción.

Comúnmente se ha considerado al MRP como una herramienta de control de inventarios que optimiza las actividades de procuramiento y controlando de una mejor manera el inventario.

El sistema Justo A Tiempo busca simplificar lo más posible las actividades de administración de la producción. Por ello, utiliza señales visuales de las condiciones actuales del sistema permitiendo tomar decisiones sobre el programa de fabricación.

3.7. Integración De Los Sistemas MRP, JIT Y TOC

La necesidad de integración surge en las empresas que han instalado un sistema de control de producción y están en proceso de una mejor practica de control de manufactura que permita elevar la productividad. La presión por alcanzar estándares de clase mundial, el uso del benchmarking y el incremento en la competencia promueve el realizar cambios en los sistemas de fabricación.

El sistema Justo A Tiempo promueve objetivos más amplios que el solo planear y controlar las operaciones, mientras que el MRP es un sistema de cálculo para la planeación y control.

MRP utiliza la programación hacia atrás ya que considera la fecha de terminación deseada del producto, programando el tiempo de arribo de materiales a partir de la explosión de los componentes en el programa maestro de producción.

Como procedimiento de apoyo, el sistema MRP desarrolla perfiles de utilización de la capacidad de los centros de trabajo. Cuando se sobrecargan los centros de trabajo, hay que ajustar el programa maestro de producción o se debe dejar suficiente capacidad de holgura sin programar en el sistema para que se pueda regular el trabajo en la línea de producción o en los centros de trabajo.

El método propuesto por TOC da como resultado una programación hacia delante, ya que se centra en los recursos críticos del sistema. Estos recursos se programan hacia delante en el tiempo, asegurando que las cargas que se coloquen estén dentro de la capacidad. Los recursos que no son críticos se programan después para apoyar a los recursos críticos. Para reducir los tiempos de entrega y el trabajo en proceso, se varían los tamaños de lote de transferencia y de proceso de la producción sincronizada con lo cual se facilita controlar los materiales en las etapas de producción.

La producción sincronizada utiliza un programa para asignar el trabajo a cada estación, por lo que no hay necesidad de tener más trabajo en proceso que el que se necesita para cada operación. La excepción es el inventario que se coloca específicamente frente a un cuello de botella para asegurar el trabajo continuo, o en puntos específicos después de un cuello de botella para asegurar el flujo de productos.

Si se compara el JIT con la producción sincronizada, el JIT obtiene mejores resultados en la reducción de sus tiempos de entrega y de trabajo en proceso, así como un mejor trabajo en equipo ya que apoya a la retroalimentación en las etapas del proceso, por lo que impacta significativamente en la reducción de los problemas de producción y de calidad, pero tiene varias desventajas al limitarse a la producción repetitiva y requerir de una producción estable.

Estos tres sistemas (MRP, JIT y TOC) poseen grandes ventajas es por ello que se cree en la estrategia de unificar estos tres sistemas en una sola base que permite cumplir con los objetivos de un sistema de manufactura determinado.

A continuación se presentan algunos de las ventajas que representa al trabajar con este tipo de sistemas y la relación que a mayor medida provocan bajo el sistema de control que se utiliza:

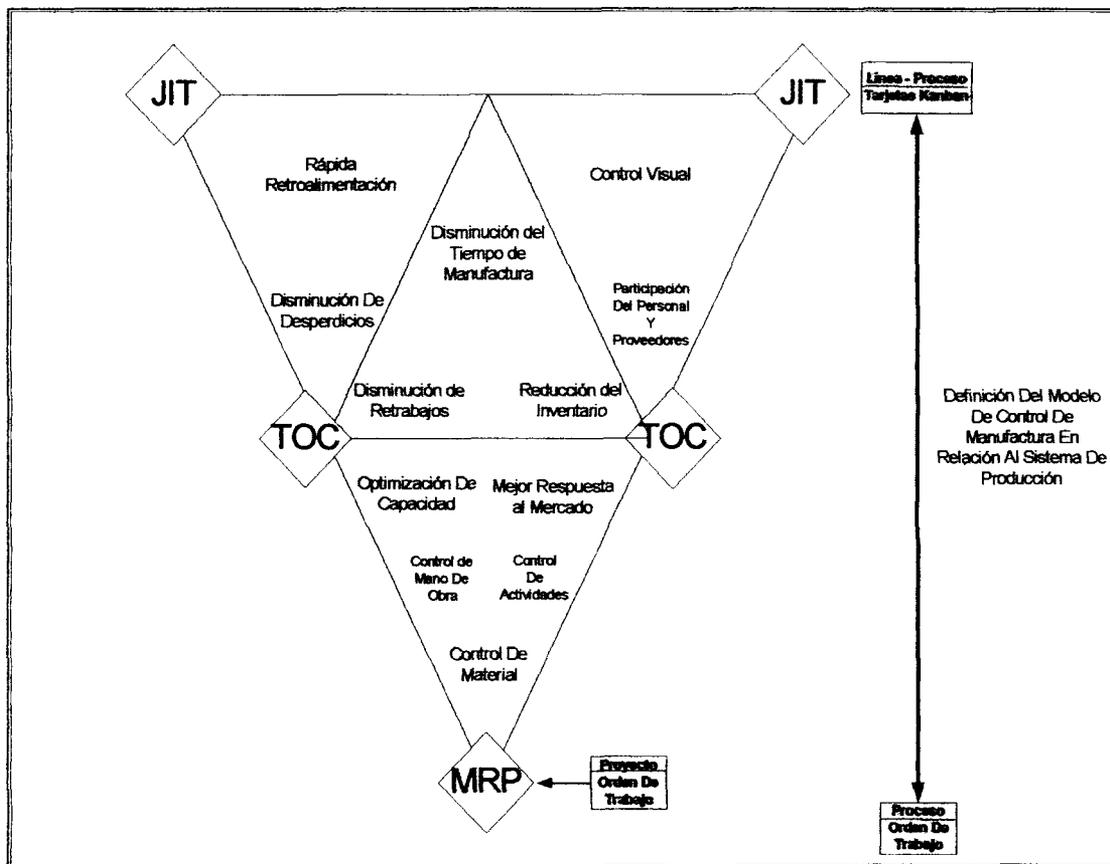


Figura 3.5. Integración TOC, MRP Y JIT

Algunas de las empresas que son de manufactura repetitiva han implementado técnicas del JIT. Aunque el JIT es más recomendable para la manufactura repetitiva, el MRP se utiliza en un rango de instalaciones que van desde los talleres de trabajo hasta la producción con línea de montaje.

Parte del problema de integrar estos sistemas radica en la diferencia de sus objetivos y propósitos, los cuales son:

Tipo de Sistema De Control	MRP	JIT
Basado en:	MPS, BOM, Registros de Inventarios	MPS, Kanban
Objetivo:	Planear y Controlar	Eliminar desperdicio, Mejora Continua
Proceso de Participación:	Pasivo, no se esfuerza al cambio	Activo, trata de mejorar y cambiar el sistema, y de reducir el inventario
Requerimiento de Datos:	Datos exactos y detallados	Más bajos y tienden a ser visibles
Operación:	Computarizado	Simple, controles manuales del taller como Kanban

Tabla 3.2. Fuente: S.D.P. Flapper, G.J. Miltenburg And J. Wijngaard, Embedding JIT Into MRP, International Journal Of Production Research 29, No. 2, P. 329.

Considerando la existencia de un sistema de producción que se planifica y controla bajo el sistema MRP y la existencia de varias partes del producto que se fabrican repetidamente, la incorporación de un sistema JIT es propuesto por S.D.P. Flapper, G.J. Miltenburg y J. Wijngaard a través de los siguientes pasos [Chase – Alquilano, p.728]:

Paso 1: Crear una línea de flujo lógica con manejo rápido de materiales.

Paso 2: Utilizar un sistema de arrastre de control de la producción en la línea lógica.

Paso 3: Crear un flujo de línea física.

Paso 1: Reubicación De Inventario:

El primer paso es dejar de utilizar el almacén y ubicar todo el inventario en el área de producción, sustituyendo la etapa del método MRP de extraer el inventario del almacén principal. El sistema MRP aún ejerce el control, pero se le tiene que informar de la nueva localización del inventario.

Los principales cambios se realizan sobre el proceso a partir de las mejoras en la calidad, en las herramientas y equipos y en los tiempos de entrega. Conforme mejora el sistema, se reducen los niveles de inventario y el flujo de los materiales; con lo cual, se disminuye el tiempo de respuesta de producción, aumentando la capacidad del sistema al reducir los tiempos de manejo de materiales y el tiempo de mano de obra.

Paso 2: Introducción De Un Sistema De Arrastre:

La necesidad en cambiar los sistemas de control de la actividad de producción apuntan por lo general hacia los sistemas basados en ordenes de taller al Kanban u otras señales simples.

Una respuesta común es el contraflujo de utilización de componentes a todos los niveles, accionado por la recepción de un artículo completo en el inventario de producto terminado.

Se implanta un sistema de arrastre a través de tarjetas Kanban. El arrastre de los contenedores de las áreas de trabajo autoriza la producción de los reemplazos. Se hace necesario reducir el tiempo de preparación y mejorar la calidad para lograr el éxito en esta etapa.

La retroalimentación en las etapas del proceso subsecuente con el proceso precedente permiten mejorar problemas referentes a la calidad y la detección de la causa raíz de estos con lo que se puede elevar la productividad del sistema.

Al mismo tiempo, reduce significativamente el riesgo de cometer errores en cuanto a tomar material no destinado a la operación subsecuente. Con lo cual también permite una mejor operabilidad bajo el enfoque de teoría de restricciones ya que el cuello de botella tiene un mejor desempeño.

Con el MRP se hacen los pedidos pero no la programación, también libera los pedidos externos a la empresa para las piezas y componentes que se requieran. La programación detallada en esta etapa se hace por medio de un sistema justo a tiempo.

Paso 3: Crear Una Nueva Distribución.

Al balancear el sistema de arrastre para un grupo de productos y la demanda es suficiente se puede crear una nueva distribución. El equipo necesario se dispone de forma lineal para tratar de mejorar los procesos y reducir el inventario, al mismo tiempo en que se tiene un mejor control tanto del tiempo, como espacio y flujo de materiales en las etapas del proceso. El MRP interactúa de esta manera creando el programa maestro de producción, pidiendo las piezas, componentes y los subensambles en el momento adecuado. Igualmente, actualiza los inventarios calculando el material utilizado con base en el número de unidades terminadas.

En cambio, el sistema JIT puede ser utilizado para mejorar los procesos de producción a través de celdas de manufactura en los cuales se permite abrir las líneas de comunicación en búsqueda de alcanzar la flexibilidad necesaria para realizar todos los trabajos requeridos en cuanto a las piezas o partes a fabricar. De esta manera, se logra tener menos inventario en proceso, así como reducir el desperdicio de materia prima, tiempo de procesamiento, transporte y movimiento provocado por la falta de coordinación entre áreas.

El manejo de materiales y la distribución de la planta tienen una relación directa, ya que hay que considerar el flujo de los materiales por medio del manejo de estos y de la disposición física de la planta.

El flujo de materiales ayuda a determinar la cerca de requerida entre cada origen y cada destino, considerando las características de éste, así como por los volúmenes que se manejan, la secuencia del producto, el equipo requerida para su proceso de fabricación, el tipo de equipo utilizado para su movimiento y el espacio con el que se cuenta.

Así, las áreas de actividad que tienen un alto flujo de materiales entre si, deben de estar cerca una de la otra; mientras en las que hay poco movimiento se puede considerar tenerlas más a distancia.

La celda de manufactura son menos flexibles en términos de variabilidad de las rutas que el job shop, sin embargo son más flexibles que las líneas de flujo. El sistema de manejo de materiales es más eficiente y el sistema de flujo de materiales es más fluido en el caso de manufactura celular comparado con la producción continua.

Aunque la necesidad de los niveles de inventario en proceso no varia de acuerdo al sistema de producción, las practicas indican que se requiere menos inventario en las celdas de manufactura que en las líneas de producción continua.

La producción mediante celdas de manufactura permite efectuar varios pasos de la secuencia como si fueran un solo paso, y permiten que el taller se programe al nivel de números de piezas en lugar de a los niveles de secuencia de pasos. Otros enfoques permiten que la celda se planifique y controle al nivel de ensambles en lugar de números de pieza. Uno de los objetivos clave es reducir la necesidad de la contabilización de inventario y otras transacciones de la fabrica oculta. El control de la celda es directo y no necesita de un seguimiento detallado de las piezas que se desplazan.

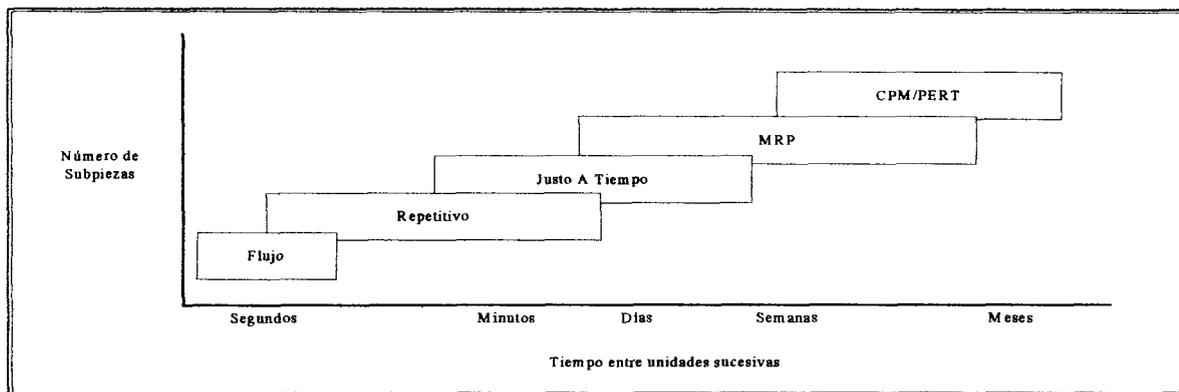


Figura 3.6. Esquema De Clasificación MPC [Vollmann, p. 8].

En muchos entornos, es posible utilizar programación jalar para el control de materiales internos, empezando por aquellos que son usados con regularidad.

Las actividades de fabricación repetitiva se aplica a muchas empresas ensambladoras de productos similares, en donde se hace necesario la administración de piezas componentes, coordinándolo con el flujo o velocidad de ensamble de los artículos terminados.

La tendencia que marca el JIT es el tratar de hacer los procesos más repetitivos en oposición a procesos únicos y también de lograr condiciones de operación de la planeación y control de manufactura de fabricación repetitiva, la cual representa ciclos más cortos, tiempos de preparación más pequeños, inventarios más bajos, etc.)

La planificación de requerimientos de materiales también es clave para cualquier sistema de planeación y control que implique administrar una situación de piezas complicadas. Una vez que se logra una estabilidad en las operaciones rutinarias de MRP se pueden seleccionar partes o subensambles del producto y del proceso que puedan llevarse a cabo bajo Justo A Tiempo.

A continuación se presentan las técnicas de manufactura que apoyan a la productividad, así como también las técnicas que ayudan a disminuir o evitar los 7 desperdicios distinguidos por la Manufactura Esbelta.

MÉTODO DE TRABAJO	TÉCNICA DE MANUFACTURA
Producción sin stocks.	Kanban / SMED / Desarrollo de proveedores / Nivelación y sincronización de operaciones.
Producción en pequeños lotes.	Kanban / Celdas De Manufactura.
Tiempo de cambio de productos en menos de 10 minutos.	SMED
Producción con flujo pieza a pieza.	CELDAS DE MANUFACTURA
Control de calidad cero defectos.	Poka Yoke / Autoinspecciones / Inspecciones Sucesivas.
Mantenimiento que postula averías.	TPM / 5 "S" / Planta Visual
Énfasis en elevar la productividad humana.	JIT / TQC / Multihabilidades
Énfasis en la eficientización de los procesos.	JIT / TQC / Multihabilidades

Tabla. 3.3. Técnicas De Manufactura Asociadas A Los Métodos De Trabajo [Azarang, Calidad En Manufactura De Clase Mundial].

Tipo de Desperdicio/ Herramientas	MRP	Manufactura Esbelta/ JIT/ Kanban	FMS/Celdas de Manufactura	TOC
Sobreproducción	X	X	X	X
Defectos		X		X
Inventario Innecesario	X	X	X	X
Procesamiento Inadecuado			X	
Transportación Excesiva		X	X	
Espera	X	X	X	
Movimiento Innecesario		X	X	

Tabla 3.4. Relación Entre Las Herramientas/ Técnicas Con Los Siete Desperdicios.

Hay algunos problemas a los cuales se podrían enfrentar las empresas en la implementación o en el cambio del sistema de control de manufactura, a continuación se nombran algunos de ellos:

SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA	CAMBIO A SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA	PROBLEMAS QUE PODRÍAN SURGIR EN LA IMPLEMENTACIÓN O EN EL CAMBIO DEL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA
MRP	JIT	Tener un tiempo de implementación largo en la transición del cambio del sistema ya que se requiere del involucramiento del personal, de formar una disciplina que autocontrole los índices de desempeño de la producción en cuanto a calidad, desperdicio, retrabajo, tiempo de paro, etc.
		No contar con el apoyo de los proveedores para lograr tener las cantidades de materia prima en el momento adecuado. Se requiere del compromiso de los proveedores para tener los requerimientos de producción en las condiciones necesarias.
		No tener la madurez para autocontrolar los problemas de calidad que pueden surgir en la línea, llevando el producto en mal estado a la siguiente estación, lo cual ocasionaría mayores tiempos de espera y retrabajo.
		No contar con una demanda uniforme que dirija el ritmo de la producción.
	TOC	No lograr sincronizar los procesos de producción, con lo cual se perdería el control de la producción e incrementaría los índices de retrabajo, desperdicio, tiempo de paro, etc.
		No considerar los niveles de buffers adecuados, un nivel bajo puede significar no alcanzar los requisitos de producción y un nivel alto, elevar los costos de inventario.
JIT	MRP	Disminución de la participación de los empleados en el proceso productivo.
		Bejar la capacidad del proceso, aumento de inventario, defectos, tiempo de paro y retrabajo. No considerar la capacidad instalada.
	TOC	Aumento en capital invertido por inventarios.
		Perder la visión general de la producción total porque los esfuerzos son dirigidos a romper la restricción del sistema. Disminución en la flexibilidad del proceso.
TOC	MRP	Disminución de la participación de los empleados en la producción global.
		Que la producción requerida no cumpla con las fechas de entrega por no considerar las restricciones del sistema, lo cual podría originar tener por más tiempo en stock el producto terminado.
		Perder capacidad de proceso, aumento de inventario, defectos, tiempo de paro y retrabajo. Se deja de considerar la capacidad instalada y los problemas de producción.
	JIT	Baja disposición de los empleados para enfocarse a mejorar todos los procesos, mientras que en la teoría de restricciones solo se dedican a administrar el cuello de botella. Necesita de la madurez de los empleados para autocontrolar el proceso.
		No contar con el apoyo total de los proveedores y de los demás procesos del sistema para que el material se encuentre en el lugar, tiempo y en las condiciones necesarias para su producción.
		Disminución de los niveles de capacidad de la planta.

Tabla 3.5. Problemas Que Podrían Surgir En La Implementación O En El Cambio Del Sistema De Control De Manufactura.

Los cambios a un sistema de control de manufactura o la integración de éstos deberán de ser cuidadosamente analizados para que la implementación resulte factible y los resultados de productividad se vean alcanzados.

El involucramiento, la participación y el compromiso de los empleados es indispensable para lograr la implementación y el buen desempeño del sistema de control de manufactura.

CAPÍTULO 4: INTEGRACIÓN DE COSTOS

Las empresas de clase mundial están soportadas gracias a que han identificado y controlado todos aquellos costos a los cuales incurren en sus actividades de producción, entre ellos están los costos de la calidad, los costos originados por la variación de los procesos, por los desperdicios, los costos por retrabajos, los costos por tiempos muertos, los costos de garantía, los trabajos bien hechos a la primera vez, la productividad en el trabajo, los materiales, la energía, la movilidad de los inventarios, las reducciones de los ciclos de producción, la utilización de los recursos.

“La gerencia requiere información financiera para planear y controlar las actividades de un negocio, al igual que otras personas que proveen fondos o que tienen diversos intereses en las operaciones de la entidad” (Polimeni, p. 2).

Si se quieren tomar decisiones correctas, la medición es el camino y el esfuerzo invertido en el control será su razón de ser.

Los costos involucrados en la producción pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Costos de Producción.
- Costos de Calidad.
- Costos de Inventarios.

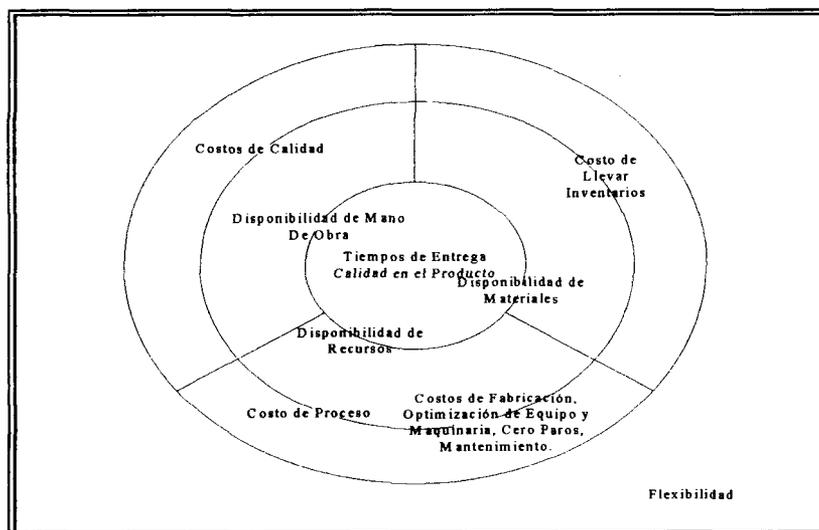


Figura 4.1. Control De Costos.

4.1. Costos De Producción

Según los elementos incluidos en el costo de producción, los costos se pueden clasificar en:

- 1.- **Materiales o Materia Prima Directa:** Representan a aquellos materiales que pueden fácilmente identificarse con un determinado producto y que forman parte del producto terminado.

- 2.- **Mano de Obra Directa:** Corresponde a las remuneraciones de las personas que trabajan directamente con el producto, es decir, la mano de obra aplicada directamente a los componentes del producto terminado.

- 3.- **Gastos de Fabricación o Costos Indirectos de Fabricación:** Corresponden a aquellos costos que no están estrictamente relacionados con el producto terminado, pero que resultan indispensables para que la producción se desarrolle normalmente. Estos costos regularmente son prorrateados para asignarlos a los productos fabricados.

Algunos de los aspectos que deben de cuidarse en los materiales son:

- Niveles de existencia en almacenes.
- Costos de las materias primas
- Tiempos de entrega, desde almacén y desde cada uno de los proveedores.
- Calidad de las materias primas, según proveedor.
- Capacidad de almacenaje y sistema de localización y surtido.
- Vida útil y cuidados de cada insumo.
- Existencias en las líneas de fabricación.
- Cuidado de las materias primas en todo el proceso y control de desperdicios.

Los gastos de fabricación están clasificados de la siguientes manera:

- a) **Materiales Indirectos:** Aquellos materiales que no se encuentran físicamente en el producto terminado pero que ayudan a lograr su fabricación tales como: lubricantes, energía, materiales de limpieza, etc.

b) *Mano de Obra Indirecta*: Corresponde al trabajo no aplicado directamente sobre la materia prima, es decir las remuneraciones de los supervisores, personal de aseo, y otros cargos que no participan directamente en la producción, pero son necesarios para que ésta se realice normalmente.

c) *Otros Gastos de Fabricación* : Corresponde a costos que no pueden considerarse materiales indirectos ni mano de obra indirecta, pero que son indispensables para la producción, tales depreciación de maquinarias de producción y edificios, amortización de gastos generales, seguros de fábrica, etc.

4.2. Costos De Calidad

Se ha pensado que el fabricar un producto de buena calidad necesita de costos más altos, por lo que normalmente se piensa que para bajar los costos de un producto debe de disminuirse su calidad, lo que no resulta cierto.

Varios autores y empresas señalan que los costos de calidad representan alrededor del 5 al 25 % sobre las ventas anuales. Estos costos varían según sea el tipo de industria, circunstancias en que se encuentre el negocio o servicio, la visión que tenga la organización acerca de los costos relativos a la calidad, su grado de avance en calidad total, así como las experiencias en mejoramiento de procesos.

El costo de la calidad no es considerado como una medida absoluta del desempeño, sin embargo, su importancia estriba en que indica donde será más redituable una acción correctiva para una empresa. Es por ello, que la baja calidad incluye a los desperdicios de material, de mano de obra, desperdicio en el tiempo de uso de las maquinarias y equipo, por lo tanto, mayores costos, luego una calidad satisfactoria conlleva al uso de insumos satisfactorios (materias primas, mano de obra, costos indirectos de fabricación, etc.) lo que se traduce en costos menores o en una reducción de costos. Los costos de calidad deben considerar aquellos costos asociados con la definición, creación y control de la calidad, así como la evaluación de la conformidad con la calidad y aquellos costos asociados con las consecuencias de no cumplir los requisitos o exigencias de calidad dentro de la empresa como en manos de los clientes.

Los costos de calidad en plantas y compañías se contabilizan en forma que incluyan dos componentes principales: los costos de control y los costos por falla en el control. Éstos son los costos funcionales de calidad del productor. Comúnmente, los costos de control se han medido en dos segmentos: costos de prevención, los cuales evitan que ocurran defectos e inconformidades y que incluyen los gastos de calidad para evitar que surjan productos insatisfactorios. Aquí se incluyen los costos como calidad en la ingeniería y entrenamiento en calidad para los empleados.

Los costos de evaluación incluyen los costos de mantener los grados de calidad de la compañía por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto. El cual comprende las áreas de costo como inspección, pruebas, investigaciones externas, auditorías de calidad y gastos similares.

Los costos por falla en el control, que son causados por los materiales y productos que no satisfacen los requisitos de calidad, se miden también en dos segmentos: costos por fallas internas, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía tales como desechos, deterioros y material vuelto a trabajar, y costos por fallas externas, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía, como fallas en el desempeño del producto y quejas de los clientes.

4.2.1. Costos De Prevención

“Los costos de prevención son aquellos a los cuales se incurren en la planeación, implementación y mantenimiento de un sistema de calidad”. (Mitra, p.20)

- **Planeación de la calidad:** Representa los costos relacionados con el tiempo que todo el personal invierte en planear los detalles corrientes del sistema de calidad y en traducir los requisitos del diseño del producto y de calidad del consumidor en controles específicos de manufactura en la calidad de los materiales, procesos y productos por medio de métodos, procedimientos e instrucciones formales. También se consideran los costos relativos al tiempo invertido, haciendo otros trabajos de planeación de la calidad tales como estudio de la confiabilidad, análisis de la calidad antes de la producción e instrucciones escritas o procedimientos de trabajo para pruebas, inspección y control del proceso.

- **Control de procesos:** El control de procesos comprende los costos originados por el tiempo que el personal de control de calidad emplea al estudiar y analizar los procesos de fabricación, incluyendo a proveedores, con el fin de establecer medios de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes, así como proporcionar ayuda técnica al personal de fabricación en la aplicación efectiva de los planes de la calidad y en la iniciación y desarrollo del control de los procesos operativos de la manufactura.
- **Diseño y construcción del equipo de información de calidad:** Costos ocasionados por el tiempo empleado en el diseño y en la construcción del equipo de información de la calidad, medidas de seguridad y artificios de control.
- **Entrenamiento para la calidad y desarrollo de la fuerza laboral:** El entrenamiento para la calidad representa los costos de establecer y poner en marcha programas formales de entrenamiento para la calidad en todas las operaciones de la compañía, diseñadas para adiestrar al personal en el entrenamiento y uso de programas y técnicas para el control de la calidad, confiabilidad y seguridad. No incluye los costos de entrenamiento de los operarios para lograr una suficiencia normal en la cantidad de producto.
- **Verificación del diseño del producto:** Es el costo de evaluar el producto antes de la producción, con el propósito de verificar los aspectos de calidad, confiabilidad y seguridad del diseño.
- **Desarrollo y administración del sistema:** Es el costo de la ingeniería y administración de sistemas de calidad generales y apoyo para el desarrollo de sistemas de calidad.

4.2.2. Costos De Evaluación

- **Inspección y pruebas de materiales comprados:** La inspección y prueba de materiales comprados representan los costos que se aplican por el tiempo dedicado a las pruebas y a la inspección para evaluar la calidad de los materiales adquiridos, por operarios y supervisores.
- **Pruebas de laboratorio de aceptación:** Representa el costo de todas las pruebas efectuadas en laboratorios para evaluar la calidad de los materiales comprados.
- **Inspección:** La inspección representa los costos relativos al tiempo empleado en la inspección por el personal respectivo, evaluando la calidad del producto en los talleres, por supervisores y personal de oficina.

- Auditoría de la calidad: La auditoría de la calidad representa los costos relativos al tiempo que emplea el personal en hacer auditorías.
- Conservación y calibración del equipo de pruebas e inspección: La conservación y calibración del equipo, comprende los costos a los cuales se incurre por el tiempo del personal y por el tiempo empleado en calibrar y cuidar del equipo de pruebas y de inspección.
- Revisión del producto por ingeniería y embarque: Representa los costos aplicables al tiempo que los ingenieros de producción tardan en hacer una revisión de los datos correspondientes a las pruebas y a la inspección del producto, antes de autorizar su entrega para que salga de la fábrica.

4.2.3. Costos Por Fallas Internas

Los costos por fallas internas son aquellos que se generan antes de que un producto sea entregado a sus clientes.

- Desperdicios: Los costos por desperdicios en los que se incurre mientras se logra alcanzar los valores de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debido a otras causas como la de dejar de usarse por obsolescencia o por modificaciones en el diseño, etc. “En los sistemas actuales de producción se intenta eliminar todo desperdicio anormal, y continuamente se busca la manera de disminuir al mínimo el desperdicio normal. Algunas medidas para tratar de evitar desperdicios incluyen el requerimiento de cero defectos en la materia prima y sacar del proceso de producción cualquier unidad detectada como defectuosa para no agregarle más costo” (Torres, p. 120).
- Reproceso / Retrabajo: Son los pagos adicionales a los operadores mientras se alcanza la calidad requerida. La recuperación o repetición puede ser por fallas en la fabricación propiamente o por fallas debidas al vendedor.
- Costos por suministro de materiales: Costos adicionales en que incurre el personal encargado al suministro de materiales al dedicarse al manejo de quejas y rechazo de materiales comprados. En estos casos se procurará que los proveedores se den perfectamente cuenta de los motivos de quejas y de los rechazos.
- Consulta entre ingenieros de la fábrica: Estos costos son por el tiempo que los ingenieros de producción emplean en la solución de algunos problemas relacionados con la calidad de los productos o en el estudio de factibilidad de un cambio en las especificaciones.

4.2.4. Costos Por Fallas Externas

- Quejas dentro de la garantía: Se refiere a todos los costos de quejas específicas en el campo dentro de la garantía por la investigación, reparación o sustitución.
- Quejas fuera de la garantía: Representan todos los costos aceptados para el ajuste de quejas específicas en el campo, después del vencimiento de la garantía.
- Servicio al producto: Son los costos aceptados por servicio al producto directamente atribuibles a la corrección de imperfecciones o pruebas especiales, o corrección de defectos no como resultado de quejas en el campo.
- Retiro del producto: Representa los costos relacionados con la calidad como resultado del retiro de productos o componentes del producto.

4.3. Costos De Inventario

Mantener altos niveles de inventario es costoso, pero no por ello es criticable, ya que hay que hacer consideración de algunos factores como tiempos de entrega, costos de oportunidad, costos unitarios, etc. que influyen en la productividad del negocio en donde el inventario puede ser visto como una acción estratégica; pero para esto, siempre se debe ser muy cuidadoso con los niveles de inventarios.

Se sabe que mientras exista más inventario se incurren a mayores costos de manejo, los cuales representan impuestos, utilización de espacio, flujo de efectivo disponible, además de una mayor inversión en capital de trabajo.

“En una empresa dedicada a la producción de artículos, es necesario calcular el costo de acuerdo con los insumos adquiridos y/o utilizados en el proceso. Es entonces cuando se hace necesario emplear técnicas y procedimientos específicos agrupados en la contabilidad de costos para costear los productos y valorar los inventarios de materiales, proceso y productos terminados” (Torres, p. 14).

En las operaciones de manufactura se tienen inventarios de materias primas, de trabajo en proceso y de productos terminados, que se definen como sigue:

- Inventario de materiales (o suministros): Se refiere al costo de los materiales que todavía no han sido usados en la producción y están aún disponibles para utilizarse en el periodo.

- Inventario de producto en proceso: Representa los costos de los artículos incompletos aún en producción al final (o comienzo) de un periodo.
- Inventario de artículos terminados: Incluye el costo de los artículos terminados en existencia (o al comienzo de un periodo). (Polimeni, p.44)

La clasificación de los materiales que forman parte de los inventarios de una empresa tiene por objetivo limitar las actividades de planificación y control a un cierto número de referencias, las cuales representan a aquellas que más impactan la operación del negocio.

La clasificación de los materiales se centra en los siguientes criterios:

- Salidas (en unidades monetarias)
- Rotación

La clasificación "ABC" se basa en la conocida Ley de Pareto, y su base se encuentra en la clasificación de los artículos entre aquellos importantes y escasos (categoría A) y los numerosos (categoría C), con un grupo intermedio que no participa que ninguna de ambas denominaciones (categoría B). Se consideraran las siguientes agrupaciones de los artículos:

- Tipo A: 20% de las referencias 80% del valor
- Tipo B: 30% de las referencias 15% del valor
- Tipo C: 50% de las referencias 05% del valor

La gestión de los inventarios debe ir avanzando desde la categoría A hacia las categorías B y C, en función de las posibilidades reales que tengamos.

Por otra parte, la clasificación de acuerdo con el índice de rotación esta menos definida con carácter general que la anterior, dependiendo de las características de cada empresa. Agrupa los artículos en la serie de categorías de mayor a menor rotación (alta, normal, baja, artículos obsoletos).

Esta claro que los artículos obsoletos son los de índice de rotación extremadamente bajo, próximo a cero, pero el resto de la clasificación dependerá de las practicas habituales de cada empresa. Ahora bien, para que realmente sea útil esta clasificación habrá que segmentarla en los tres tipos fundamentales de stock, los cuales son materia prima, producto en proceso y producto terminado.

Una mezcla de ambas clasificaciones permite realizar un buen control de inventarios adaptándolo a las disponibilidades que tengamos en materia de recursos humanos y económicos.

Aplicando el sistema Just In Time en este caso se puede reducir o eliminar en gran medida el inventario requerido en un proceso de producción ya que se dispone de los inventarios sólo en los momentos en que se necesitan. Para ello es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- 1) El proceso de producción es repetitivo. Se produce un mismo producto una y otra vez. No hay fluctuaciones significativas en la demanda (es estable).
- 2) Se puede controlar la escasez de insumos para la producción, con continuidad en el trabajo. Ello es debido al diseño de la producción; permite tener siempre disponible el requerimiento necesario.
- 3) El proveedor cumple a tiempo en la entrega.

La demanda del producto final terminado jala las demandas de las demás partes. En contraste, cuando las partes individuales se conforman como inventarios de trabajo en proceso, esos inventarios activan la producción y el paso posterior empujando así el proceso de producción.

Los beneficios del JIT como ya habíamos mencionado origina importantes reducciones en todas las formas de inventario. Tales reducciones de inventario se logran por medio de métodos mejorados no solo de compras, sino también de programación de la producción.

La producción de las piezas por fabricar se programa de tal forma que se minimice el inventario de trabajo en proceso (WIP), así como las reservas de bienes terminados. Es aquí donde las normas del justo a tiempo fuerzan al fabricante a solucionar los cuellos de botella de la producción (teoría de restricciones o task time) y los problemas de diseño que antes se cubrían manteniendo existencias de reserva.

Se considera el sistema MRP cuando los artículos de inventario son dependientes entre ellos se tiene que las demandas de los artículos individuales dependen de la demanda del producto final en el que se usan como subcomponentes, es decir, se caracteriza por la existencia de un programa de necesidades de reposición, generalmente a corto plazo.

Como se mencionó, esta técnica de administración de inventarios proporciona no sólo las cantidades de pedidos y puntos de nuevos pedidos, sino también un calendario de cuando se necesita cada artículo y en qué cantidades durante el proceso de producción.

Ahora bien, el establecimiento de una estrategia de producción determinará las decisiones a adoptar para que la producción conduzca a la empresa a alcanzar ventajas competitivas a mediano/largo plazo. Para ello, es importante establecer los factores que nos ayudarán a monitorear y controlar el desempeño de la empresa.

En el siguiente apartado se presentan una serie de grupos y variables que nos apoyarán a este objetivo.

CAPITULO 5: METODOLOGÍA PARA CONTROLAR Y MEJORAR LOS ÍNDICES E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS HÍBRIDAS.

Hoy en día no es competitivo quien no cumple con las características de calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología y muchos otros conceptos que hacen que cada día la productividad sea un punto de cuidado en los planes a largo y pequeño plazo. Que tan productiva o no sea una empresa podría demostrar el tiempo de vida de dicha corporación.

A continuación se define la metodología que busca controlar y mejorar el comportamiento en las variables e indicadores de desempeño una vez que han sido evaluados los impactos que producen en los índices de productividad de la empresa; con lo cual, se podrá establecer las estrategias de control de manufactura.

5.1. Descripción De La Metodología

De acuerdo con la metodología, es importante definir los índices e indicadores con los cuales la empresa desea trabajar para poder tener una referencia a lo que se desea llegar; esto será el punto de partida para poder decidir lo que se necesita medir y mejorar para alcanzar la situación deseada.

Se hace necesario conceptualizar algunas de la actividades que en este caso se enfocan a la ingeniería industrial ya que el único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad, y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y de recursos.

Realizar una nueva configuración del equipo de la empresa o de las estaciones de trabajo puede apoyar significativamente en la obtención de los indicadores deseados; de la misma manera, un análisis de valor respecto a las actividades que se realizan en los procesos puede mejorar el desempeño de estos indicadores una vez que se han traducido en medidas como tiempos de movimientos, tiempos de espera, tiempos de transformación, desperdicio, etc.

La determinación del balanceo del proceso radica en equilibrar los recursos que se utilizan a fin de no provocar inventarios innecesarios, hacer mejor uso de la materia prima y de la mano de obra; así como también del espacio que se dispone en las actividades del proceso.

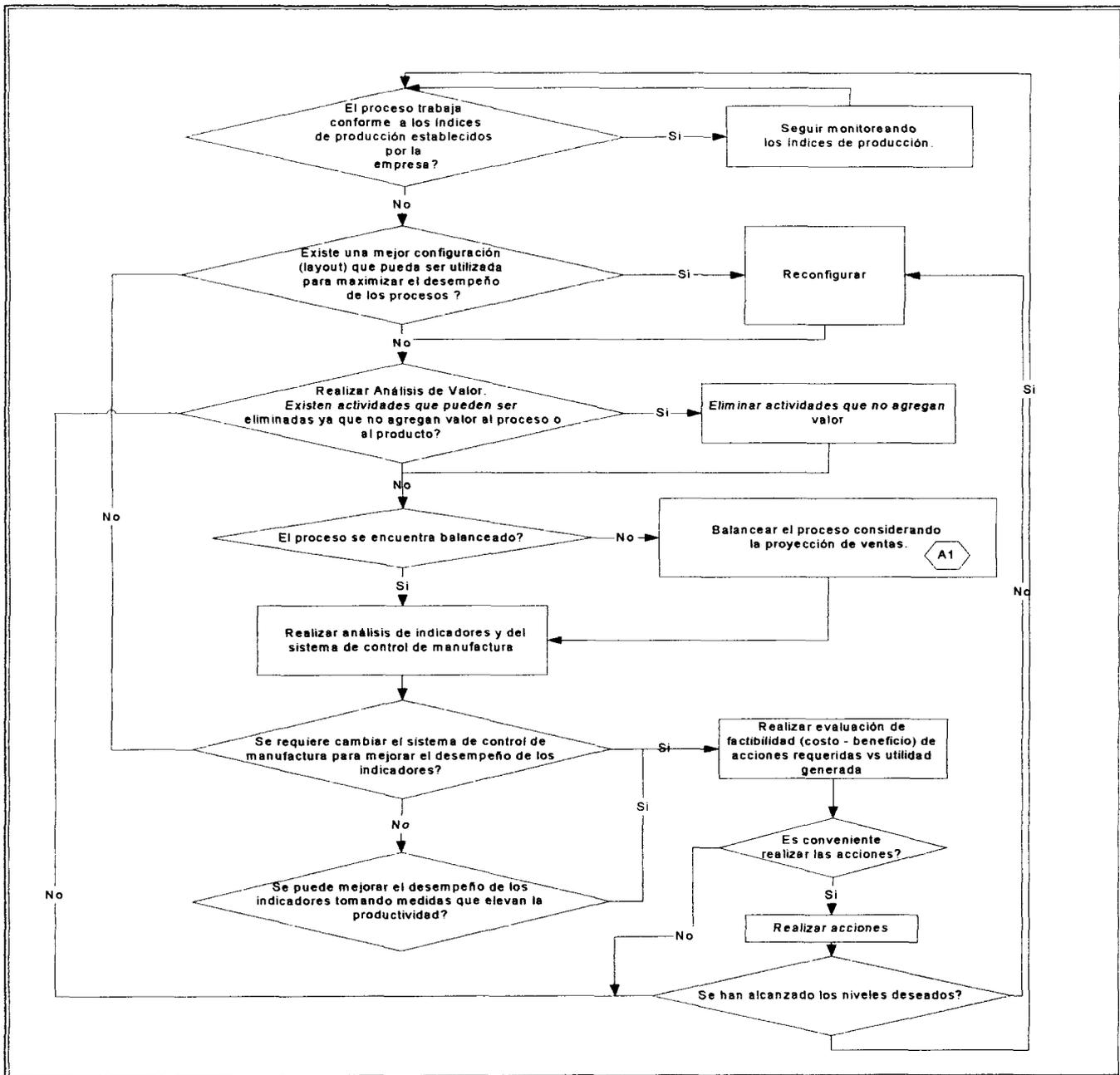


Figura 5.1. Metodología Para Controlar Y Mejorar Los Indicadores De Desempeño De Una Empresa Manufacturera Híbrida.

Ahora bien, se hace necesario realizar el análisis para evaluar la efectividad de la planta, para ello, se utilizan la siguiente tabla:

EFFECTIVIDAD DE LA PLANTA	
a. Tiempo Disponible (bruto).	_____ minutos.
b. Tiempo de paro planeado (mantenimiento, paros planeados, etc).	_____ minutos.
c. Tiempo de corrida. (A-B)	_____ minutos.
d. Tiempo de paro (paros no planeados, ajustes, preparaciones, etc.)	_____ minutos.
e. Tiempo de operación. (C – D)	_____ minutos.
f. Disponibilidad. $(E / C) \times 100$	_____ %.
g. Producción durante el tiempo de operación. (cantidad total procesada)	_____ piezas.
h. Tiempo de ciclo teórico.	_____ min/pzas
i. Eficiencia de producción. $(H \times G / E) \times 100$	_____ %.
j. Rechazos durante el tiempo de operación.	_____ piezas.
k. Calidad. $((G - J) / G) \times 100$	_____ %.
EFFECTIVIDAD $(F \times I \times K) \times 100$	_____ %.

Tabla 5.1. Efectividad De La Planta. [Azarang, Calidad En Manufactura De Clase Mundial].

Cabe destacar que las unidades mostradas en esta tabla sugieren el uso de minutos, sin embargo, cualquier unidad de tiempo es válida (segundos, horas, días, semanas, etc.) para el cálculo de la efectividad; de la misma manera, es posible convertir algunos índices dados en porcentajes a unidades de tiempo, siempre que se establezca la relación existente con alguno de los índices de desempeño.

La productividad en este trabajo es entendida como la relación entre la cantidad y “calidad” de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos; y la efectividad como la relación de lo bien que se utilizan los recursos para la producción.

La eficiencia es una medida de qué tan cerca se logran estándares predeterminados para un periodo de tiempo puede calcularse para una máquina, un empleado, un grupo de máquinas, un departamento etc. En este caso, nos interesa medir la eficiencia como la razón de horas estándar / horas trabajadas.

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, o taller que fabrica un conjunto homogéneo de productos; para las empresas que fabrican una gran variedad de productos (heterogéneas), la productividad global se mide basándose en un número definido de centros de utilidades que representan la actividad real de la empresa.

Ahora, es necesario involucrar en este análisis los indicadores de desempeño que influyen en estas medidas de efectividad, así como los índices de control que nos interesa monitorear.

De acuerdo a la figura 3.5., debemos definir de entrada, que es lo que queremos medir y posteriormente como lo debemos de controlar dependiendo de la forma de producción que empleamos, a continuación se muestra la selección de estos índices:

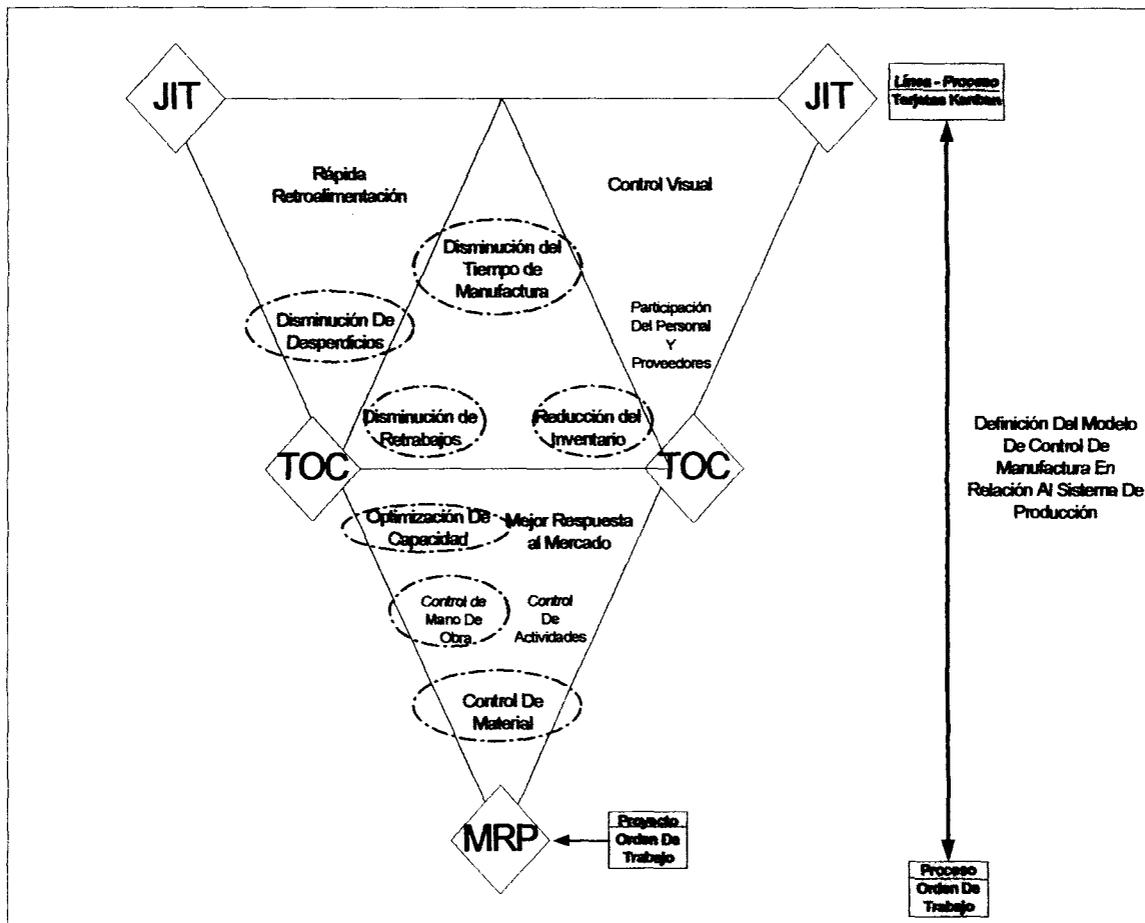


Figura 5.2. Integración TOC, MRP Y JIT

Una vez definidos los índices de desempeño a monitorear se debe encontrar la relación existente con la efectividad global de la empresa, así como conjugarlo con los costos a los cuales se incurre en el proceso de producción para que de esta manera se puedan poder obtener indicadores de productividad que guíen a la empresa en la toma de decisiones.

Lo importante es definir la tendencia por medio del uso de índices de desempeño a través del tiempo en las áreas de la empresa e ir realizando las correcciones necesarias con el fin de aumentar la efectividad y ser más rentables. Debido a que intervienen demasiados factores, sólo se hará énfasis en aquellos que se consideran que se pueden detectar y mejorar rápidamente.

5.2. Factores De Decisión En El Control De La Producción

Las medidas de desempeño utilizadas por las empresas de clase mundial tienen como característica el presentar una relación directa con las estrategias de manufactura, donde los elementos fundamentales de éstas son: calidad, confiabilidad, flexibilidad, satisfacción al cliente y tiempos cortos en los procesos, por otra parte, estas medidas o índices de desempeño deben ser dinámicos, es decir, que den respuesta a los constantes cambios en las estrategias de manufactura, al mismo tiempo que sean simples y fáciles de usar permitiendo dar una rápida retroalimentación a los operadores y administradores para fomentar de esta manera la mejora continua.

Los siguientes aspectos fueron considerados en la selección de los factores de desempeño del modelo en base a las variables e indicadores utilizados por varios autores, y por las necesidades de control utilizados en la empresa donde se realizó este trabajo; igualmente, fueron consideradas en base a la utilidad de su monitoreo en otras empresas manufactureras. Se hace necesario aclarar, que solo se utilizaron los sistemas de control de manufactura MRP, JIT y TOC para este modelo, ya que se considera que son la base para el desarrollo de mejores prácticas y de estrategias de manufactura de clase mundial (Kanban, Jidoka, Andon, Poka Yoke etc.).

- A. Consideraciones Previas
- B. Influencia del cliente (IC)
- C. Estructura de producto (EP)
- D. Diseño (D)

- E. Influencia de los vendedores (IV)
- F. Mecanismos de buffer (MB)
- G. Proceso (P)

Antes que nada es importante conocer alguna de las características propias de la operación de la organización para ello es necesario detallar los siguientes aspectos:

A. CONSIDERACIONES PREVIAS

1. Número de Ítems.
2. Número de estaciones de trabajo.
3. Semana de trabajo.
4. Tiempo de proceso.
5. Demandas semanales.
6. Ordenes de clientes.
7. Regla prioritaria.
8. Regla de asignación del trabajador.

Las siguientes variables están relacionadas con las características propias de la planta, así como con el sistema de control de manufactura con el cual necesita operar.

B. INFLUENCIA DEL CLIENTE (IC)

9. Pronóstico de error para productos Standard.
10. Pronóstico de error para productos Especiales.
11. Pronóstico de productos Standard.

El cliente es fundamental en el giro de la empresa, por ello es importante conocer las proyecciones de fabricación para los productos requeridos por los clientes. Tener un pronóstico sobre los requerimientos del cliente nos permite adelantar aspectos de control en inventarios, crear una protección en cuanto al equipo a utilizar y el poder responder a las necesidades de los clientes más rápidamente.

C. ESTRUCTURA DE PRODUCTO (EP)

12. Forma
13. Variabilidad del producto
14. Niveles de BOM
15. En común (similitudes)

La flexibilidad del producto en cuanto a especificaciones ayuda a planear y controlar aspectos clave para su producción; tal como el equipo a utilizar, la ingeniería a desarrollar además que permite simplificar las actividades de compra y de control de inventarios. En general reducir la variación en el sistema permite mantener niveles efectivos de utilización de los recursos sin inventarios excesivos.

D. DISEÑO (D)

- 16. Patrón de rotación.
- 17. Énfasis del taller.
- 18. Largo de las rutas.

Este grupo de variables ayudan a determina el sistema de producción a establecer dentro de la empresa ya que a partir de la información que proporcionan se puede diseñar la planta de producción.

E. INFLUENCIA DE LOS VENDEDORES (IV)

- 19. Promedio de Lead-time.
- 20. Variabilidad de Lead-time.

Es necesario considerar la influencia de los vendedores ya que son ellos quienes en muchos casos guían al cliente en las transacciones de selección de productos, al mismo tiempo en que son ellos quienes comprometen las fechas de entrega de éstos.

Se requiere establecer una comunicación eficaz con los departamentos de compras, materiales y producción para lograr una buena coordinación entre los elementos necesarios para lograr una producción que sea factible para la empresa.

F. MECANISMOS DE BUFFER (MB)

- 21. Capacidad Ociosa.
- 22. Stock de seguridad y Lead-time de seguridad.
- 23. Tiempo de Set Up.

El control mediante buffers permite monitorear el estado de los niveles de “reservas” contra lo planeado y en la localización de las piezas faltantes que están próximas a causar una interrupción en el programa de producción. Este tipo de control es a corto plazo; para asegurar la continuidad de un proceso real de mejora continua es necesario tener la habilidad de identificar las causas que ocasionan las desviaciones que impactan significativamente el proceso de producción.

Para la teoría de restricciones el buffer representa el tiempo de protección que se tiene al liberar las materias primas antes del momento en que van a ser consumidas por el proceso subsecuente, monitoreando el estado de los niveles de material justo antes del proceso que se pretende respaldar y en relación al programa de producción de esa operación, esta comparación indica cuáles partes son faltantes y cuándo se van a necesitar.

A continuación se presenta una guía para el establecimiento de amortiguadores que ayuden a minimizar el impacto de los cuellos de botella del proceso mediante buffers.

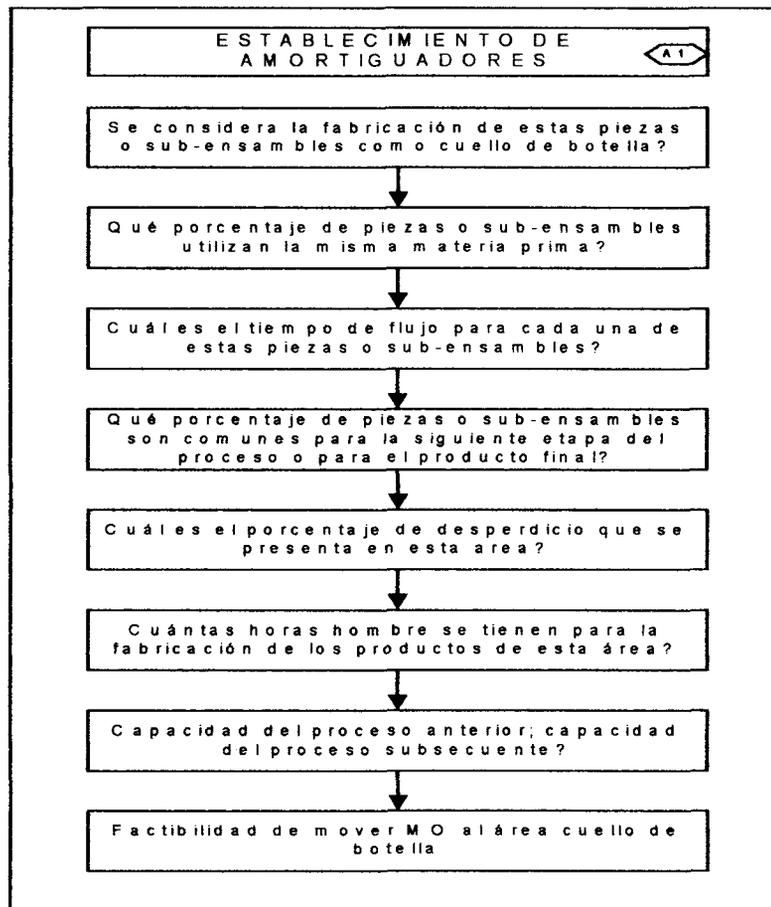


Figura 5.3. Amortiguadores De Cuello De Botella.

El inventario es factor clave en el proceso de producción; el objetivo de los amortiguadores es asegurar que el proceso no se vea interrumpido, minimizando el tiempo de paro con lo cual se puede elevar la disponibilidad de la capacidad de los procesos para cumplir de esta manera con los objetivos de producción.

Por otra parte, el establecimiento de amortiguadores implica el contar con material disponible con la calidad necesaria para su utilización inmediata, por lo cual, debemos considerar establecer políticas o reglas en la utilización de estos amortiguadores, puesto que podría traer como consecuencia el incrementar la inversión en materia prima o en inventario en proceso; de igual manera un alto nivel de amortiguadores, podría ocasionar que el material se pudiera deteriorar si no se contara con las instalaciones adecuadas para su utilización.

La reducción del tiempo de preparación permite procesar lotes de tamaño más pequeño y por lo tanto menores tiempos de procesamiento de lotes. Tamaños pequeños de lotes resultan en tiempos de espera cortos en las máquinas.

G. PROCESO (P)

- 24. Desperdicio.
- 25. Retrabajo.
- 26. Fallas en equipo.
- 27. Lead Time.
- 28. Tiempo Disponible.

El desperdicio es en algunas ocasiones originado por la ingeniería empleada para la manufactura, sin embargo, en algunas otras surge por la falta de control en los materiales o en los procesos ocasionando costos irrecuperables para la empresa.

El retrabajo es ocasionado por la falta de controles en la producción y/o en la calidad o por falta oportuna de comunicación del departamento de ingeniería.

El tiempo desde que un trabajo se libera hasta que se concluye y está listo para ser entregado constituye una medida muy importante en la actualidad ya que representa el tiempo de respuesta que se tiene al cliente, al mismo tiempo que constituye un indicador que ayuda a medir la productividad de la empresa.

El tiempo de ciclo está constituido por el tiempo de procesamiento, tiempo de preparación, tiempo del manejo de materiales, y el tiempo de espera.

El tiempo de espera es aquel que consume el material, pieza o sub-ensamble al ser trasladado, para ser procesado, o esperando partes necesarias para un ensamble. El tiempo de procesamiento está fijo y está determinado por la capacidad de la máquina.

Considerando las variables anteriores es posible establecer un procedimiento para controlar la producción, donde se regulen los niveles de las variables de control para optimizar el resultado de las variables de desempeño.

La siguiente figura muestra la relación de los indicadores que una empresa se puede enfocar a medir y a controlar para lograr los indicadores de desempeño deseados:

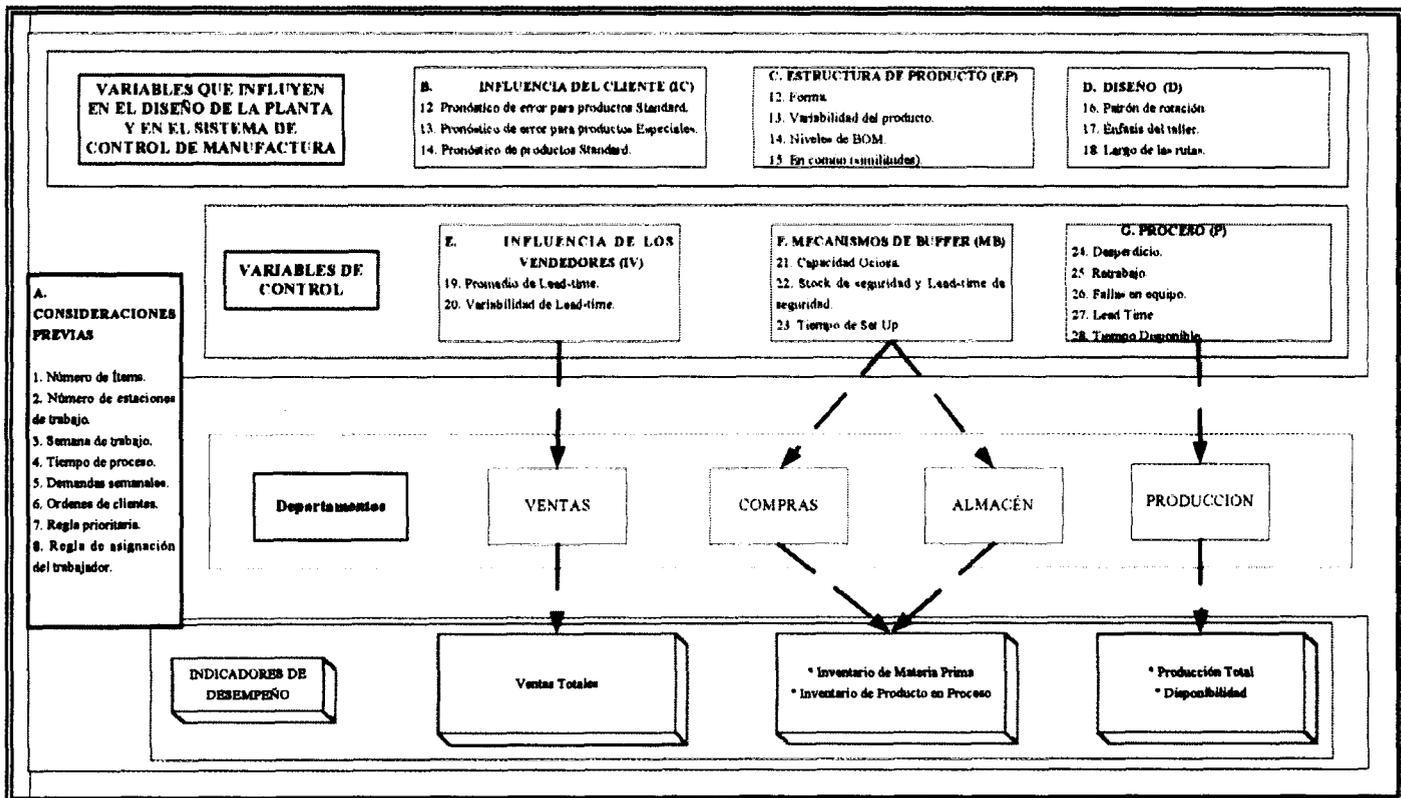


Figura 5.4. Modelo De Control.

En esta figura se observan cuatro grupos, el de las variables que influyen en el diseño de la planta y en el sistema de control de manufactura, los cuales son: diseño, estructura de producto e influencia del cliente; el grupo de las variables de control, las cuales representan los índices que nos interesa monitorear; los departamentos de la empresa y el grupo de indicadores de desempeño, que son los que reflejan la situación de la empresa.

Podemos ver que los factores de desperdicio, retrabajo, fallas de equipo, lead time y tiempo disponible, son los que influyen en el proceso de producción y que su desempeño tiene como resultado la producción total y disponibilidad del sistema. Por otra parte, podemos observar que los indicadores de Tiempo de Set Up, Capacidad y Stock, son los que determinan el inventario de materia prima y de producto en proceso que el departamento de compras y almacén deben de monitorear.

Por otra parte, debemos considerar que el control de los tiempos implica dos metas importantes:

1. Fechas de entrega en donde se pretende evitar o reducir las terminaciones tardías del trabajo.
2. Tiempos de flujo, en el cual se busca minimizar el tiempo que se tarda un trabajo dentro del sistema, desde su creación o apertura de orden de producción hasta que ésta se cierra.

Para estas metas es necesario establecer medidas exactas del rendimiento, basadas en la disponibilidad de mano de obra y tiempo de proceso.

A continuación se presentan las tablas donde se deben especificar los parámetros a monitorear para considerar el tipo de sistema de control de producción más conveniente para la organización.

A. CONSIDERACIONES PREVIAS

1. Número de Productos.	
2. Número de Estaciones de Trabajo	
3. Semana de Trabajo	
4. Tiempo de Proceso	
5. Demandas Semanales.	
6. Ordenes de Trabajo.	
7. Regla Prioritaria.	
8. Regla de Asignación de Trabajador.	

B. INFLUENCIA DEL CLIENTE (IC)

9. Pronóstico de error para productos Standard

MRP	
JIT	
MRP	

10. Pronóstico de error para productos Especiales

MRP	
JIT	
MRP	

11. Pronóstico de productos Standard

MRP	
JIT	
MRP	

C. ESTRUCTURA DE PRODUCTO (EP)

12. Forma

MRP	
JIT	
MRP	

13. Variabilidad de productos.

MRP	
JIT	
MRP	

14. Niveles de BOM

MRP	
JIT	
MRP	

15. En común (similitudes)

MRP
JIT
MRP

D. DISEÑO (D).

16. Patrón de rotación

MRP
JIT
MRP

17. Énfasis de Taller

MRP
JIT
MRP

18. Largo de las Rutas

MRP
JIT
MRP

E. INFLUENCIA DE LOS VENDEDORES (IV)

19. Promedio de Lead-time

MRP
JIT
MRP

20. Variabilidad de Lead-time

MRP
JIT
MRP

F. MECANISMOS DE BUFFER (MB)

21. Capacidad Ociosa

MRP	
JIT	
MRP	

22. Stock de seguridad y Lead-time de seguridad

MRP	
JIT	
MRP	

23. Tiempos de Set-up

MRP	
JIT	
TOC	

F. PROCESO (P)

24. Desperdicio

MRP	
JIT	
MRP	

25. Retrabajo

MRP	
JIT	
MRP	

26. Fallas de Equipo

MRP	
JIT	
MRP	

27. Lead Time	
MRP	
JIT	
TOC	
28. Tiempo Disponible	
MRP	
JIT	
MRP	

Tabla 5.2. Tabla De Especificaciones De Parámetros.

CAPITULO 6: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Una vez presentada la metodología y los índices que se pretenden monitorear y controlar, es necesario establecer los supuestos bajo los cuales se efectuará la evaluación del sistema de control híbrido; por lo tanto, las conclusiones a las que se lleguen en base a los resultados obtenidos, serán únicamente válidas dado cumplan con las consideraciones efectuadas.

Para el sistema propuesto bajo un esquema de control de producción híbrido, la simulación y análisis correspondiente se llevarán a cabo bajo las siguientes consideraciones:

- El análisis se efectuará en estado estable de operación.
- Los recursos de la empresa se encuentran balanceados.
- El trabajador solo utiliza el material establecido para la orden de trabajo correspondiente.

6.1. Descripción General

La organización en donde se realizó la parte técnica de la presente investigación es una empresa del ramo carrocerero donde laboran alrededor de 250 obreros y 50 empleados.

En adelante, y con fines de confidencialidad, a la organización que facilitó sus instalaciones y trabajadores en el desarrollo del estudio se le denominará la empresa.

La empresa tiene clientes a nivel nacional, aproximadamente el 5% de sus productos se destinan a Latinoamérica.

La empresa produce carrocerías que varían dependiendo de las necesidades de los clientes, se puede decir que el material es común; mientras que los sub-ensambles y ensambles son los que presentan variaciones en cuanto a sus dimensiones.

Cabe señalar que en este trabajo se incluye la participación del personal de los departamentos involucrados, así como el gerente de producción de la empresa.

6.2. Proceso De Producción

El proceso de producción para este estudio, inicia con el maquinado y la fabricación de las piezas que componen la carrocería, en seguida continúan con el fondeo para que de esta manera se conserven las propiedades del material; en paralelo y en caso necesario, se modifica el chasis en el cual será montada. Al tener las piezas listas, se empiezan a armar los sub-ensambles en la línea correspondiente (aluminio o híbridas) para estructurar la carrocería. Una vez montada, continua con el proceso de pintura para finalmente obtener el producto.

Analizando el proceso de producción se puede esquematizar en los siguientes diagramas:

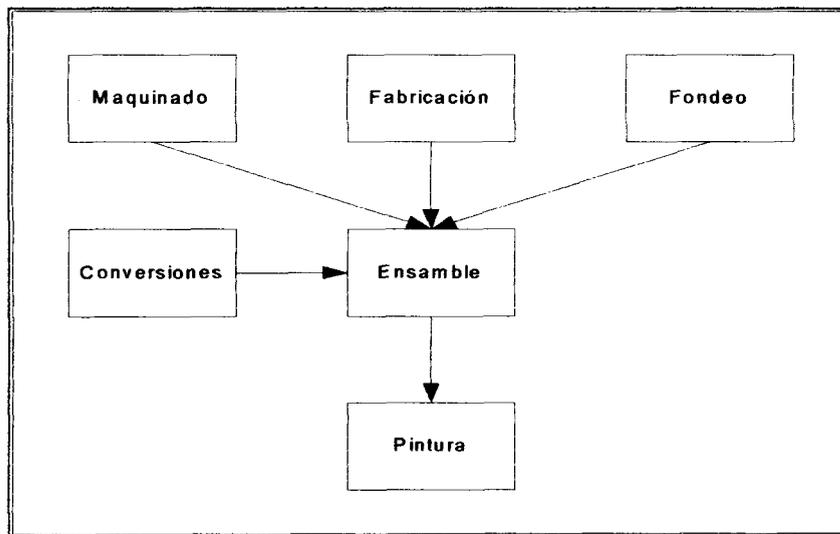


Figura 6.1. Proceso General De La Empresa.

Maquinado: En este proceso se fabrican las piezas de uso común en las carrocerías tales como lo son las chapas, rodillos y diferentes mecanismos que cumplen un propósito específico en la carrocería.

Fabricación: De este proceso se da la entrada al ensamble puesto que se obtiene el corte de las diferentes piezas que serán empleadas en el proceso.

Fondeo: Este proceso tiene como finalidad garantizar las propiedades de la materia prima utilizada protegiéndola además de la oxidación.

Ensamble: En esta parte del proceso se fabrican los diferentes sub-ensambles y ensambles los cuales a la final de la etapa formarán la estructura de la carrocería.

Conversión: Este proceso busca adecuar el chasis donde será montado la estructura de la carrocería, en esta etapa se incluye la modificación a cama baja, el alargamiento o el corte del chasis.

Pintura: En este proceso se da el acabado final a la carrocería relacionándola con la imagen y los colores oficiales del cliente.

Almacén De Materia Prima: En el almacén de materia prima reside la materia prima antes de ser enviada al proceso, la materia prima va desde tornillos hasta material estructural.

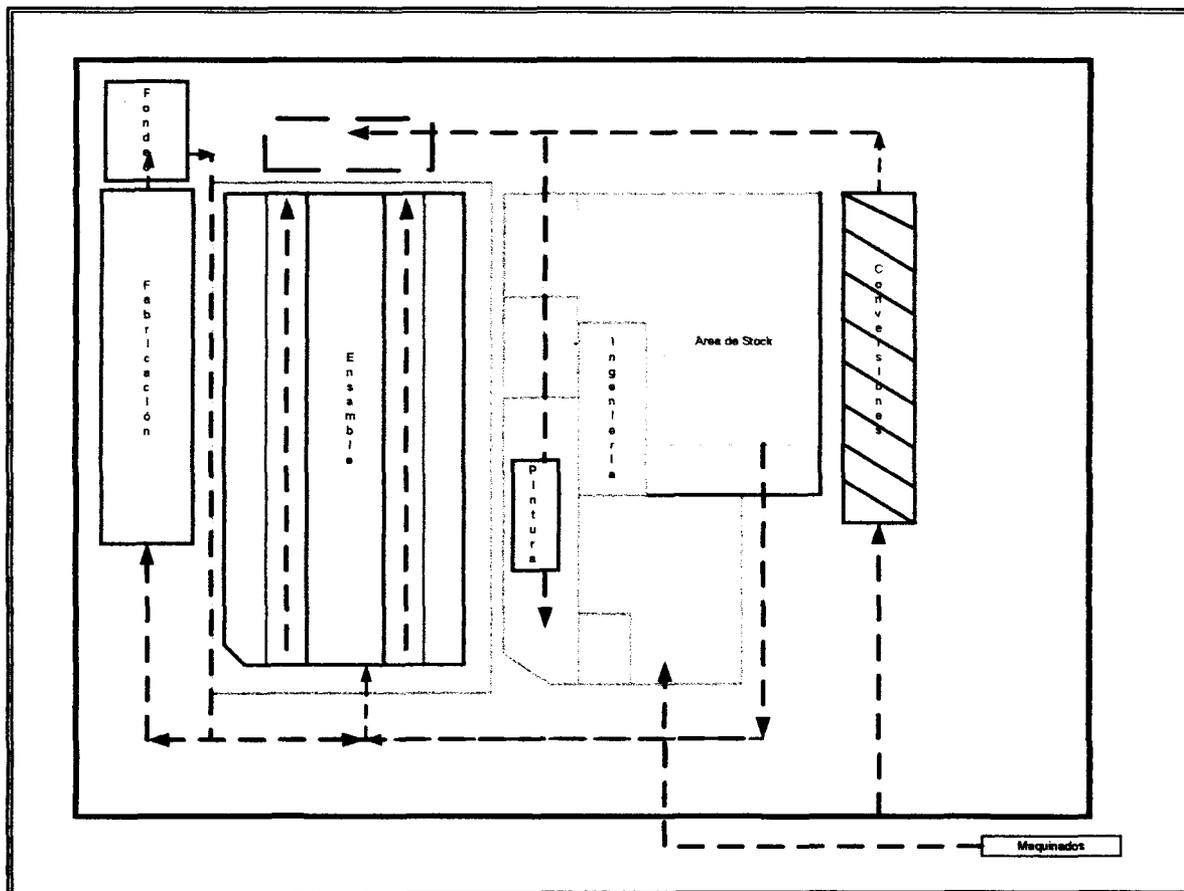


Figura 6.2. Lay Out Actual De La Empresa.

El sistema de control de manufactura que emplea esta empresa puede variar debido a la naturaleza de sus procesos los cuales se establecen bajo los siguientes tipos de sistemas de producción:

Procesos en Línea: Fabricación de separadores, frontales, postes, estructura, respaldos, laminado y cortinas, aplicación de forros; fabricación de pisos, ensamblaje, montaje, preparación para pintura, instalación de sistema eléctrico. (Proceso de ensamble y pintura).

Proceso en Batch: Corte en diferentes dimensiones de aluminio natural, lámina galvanizada, lámina negra, lámina pinto, perfil, placa, ptr, solera, tableta, solera, en diferentes calibres; piezas de fabricación: chapa, rodillos, tabletas. (Proceso de maquinado, fabricación, y fondeo).

Proceso por Proyecto: Habilitación y modificación de chasis. (Proceso de conversiones).

Para empezar a trabajar con los pasos de la metodología, es necesario establecer los índices e indicadores que a la empresa le interesa controlar y mejorar en búsqueda de un mejor indicador de productividad, estos son:

Índices De Desempeño:

- Tiempo De Paro,
- % De Desperdicio,
- % De Retrabajo,
- Niveles (días de inventario),
- Tiempo Disponible,
- Lead Time.

Indicadores De Productividad:

- Efectividad Global,
- Costo Del Inventario En Proceso,
- Costo Total De Materia Prima,
- Costo De Mano De Obra,
- Producto Terminado,
- Índice Total De Productividad.

6.3. Aplicación De La Metodología

Continuando con la metodología, se redefinieron algunas de las áreas de los procesos involucrados, ya que se detectaron áreas de mejora que ayudarían a optimizar el tiempo de movimiento y de espera entre algunas de los procesos, agilizando así el proceso de producción, y apoyando el control y el manejo de la materia prima y del material en proceso. En esta propuesta, se buscó disminuir el tráfico de los pasillos, sugiriendo un sentido unidireccional entre los procesos. El resultado de la nueva configuración es el siguiente.

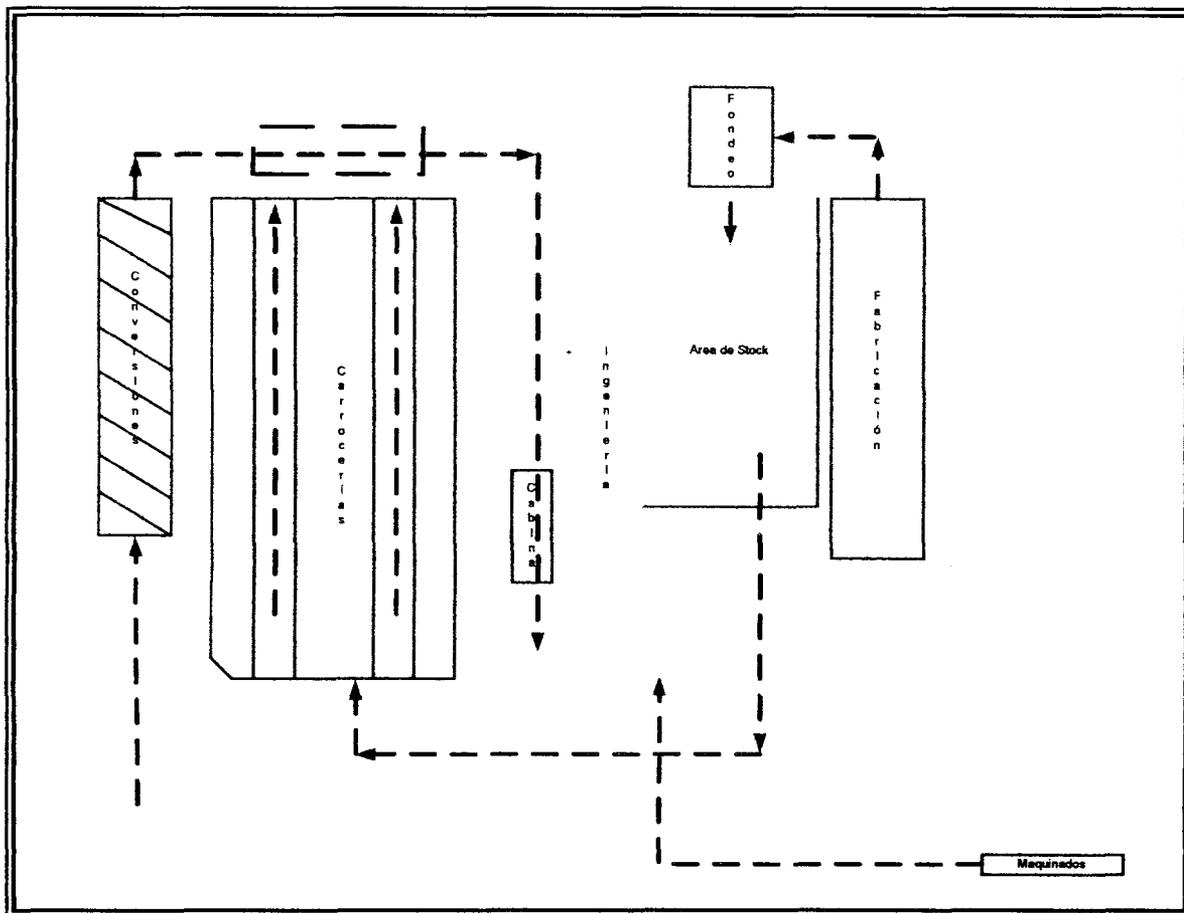


Figura 6.3. Lay Out Actual Propuesta Para La Empresa.

Por fines de confidenciales, el resultado del análisis de valor de la empresa no será presentado puesto que en el se definen los pasos para cada uno de sus procesos. Así mismo, cualquier información económica que se presente en el trabajo ha sido multiplicada por un factor, sin embargo, la conclusión del análisis mostrará la tendencia real de los indicadores que se presentaron en la empresa.

Tanto los datos de entrada como los supuestos (del nuevo lay out y del análisis de valor) con los cuales operaría con los cuales se realiza este análisis, fueron validados por los dueños del proceso y por el gerente de producción de la empresa.

Una vez realizados estos pasos, y como se mencionó, una de las principales preocupaciones de la administración de la producción es tener un equilibrio entre los diferentes recursos existentes en el sistema, de tal forma que se hace conveniente balancear algunos de los procesos de la empresa donde se efectuará este trabajo.

Condiciones Actuales	Proceso	Tiempo Disponible (Horas Hombre)	Tiempo de Paro Planeado (Horas Hombre)	Tiempo De Corrida (Horas Hombre)	Tiempo De Paro	Tiempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)
	Maquinados	288	8.64	279.36	4.67%	266.31	95.33%	9.4	28.33
Fabricación	480	14.4	465.6	1.40%	459.08	98.60%	19.00	24.16	
Fondeo	480	14.4	465.6	3.77%	448.05	96.23%	19.00	23.58	
Conversiones	1344	40.32	1303.68	4.97%	1238.89	95.03%	35.70	34.70	
Ensamble	2544	76.32	2467.68	2.65%	2402.29	97.35%	111.40	21.56	
Pintura	1056	31.68	1024.32	4.07%	982.63	95.93%	38.60	25.46	
Total	6192.00	185.76	6006.24		5797.25	96.52%	233.10	24.87	

Tabla 6.1. Condiciones iniciales de la empresa.

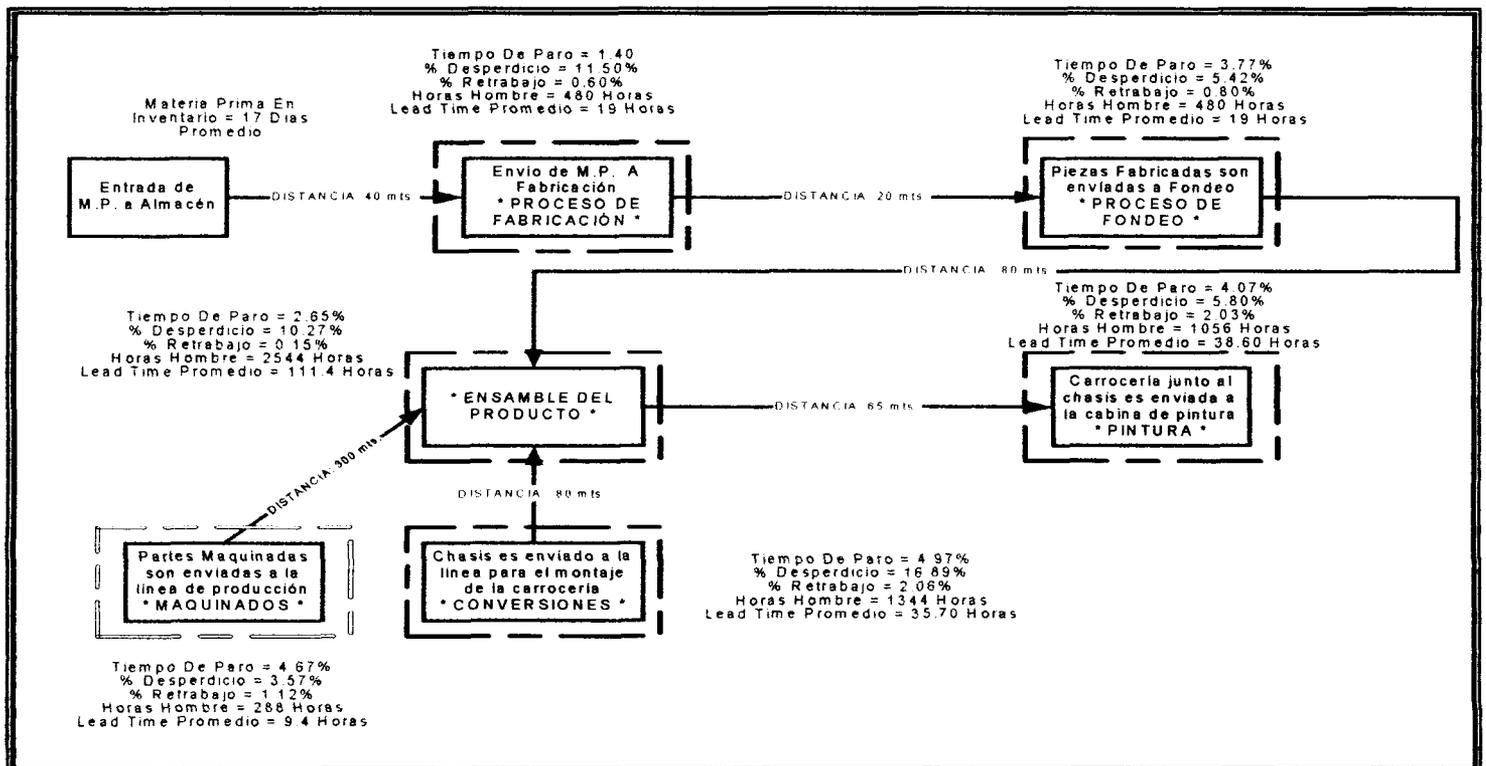


Figura 6.4. Condiciones iniciales de la empresa.

Una vez balanceados los recursos de la planta, es necesario realizar algunas consideradas en la detección de los indicadores que se evaluarán:

A. CONSIDERACIONES PREVIAS

1. Número de Productos.	Se consideran 7 productos principales.
2. Número de Estaciones de Trabajo	50
3. Semana de Trabajo	Se consideran 50 semanas en el año: cada semana cuenta con 6 días; se cuentan con 2 turnos diarios de 8 horas c/u. no se considera tiempo extra.
4. Tiempo de Proceso	Se asignó el promedio de los tiempos de los productos, los cuales van desde 180 a 220 horas para productos finales. Para sub-ensambles o proceso general se asignan respectivamente.
5. Demandas Semanales.	22 carrocerías requeridas.
6. Ordenes de Trabajo.	La carrocería no esta completa hasta que termina la última etapa del proceso. Se asignan en promedio 3 ordenes por cada tipo de carrocerías.
7. Regla Prioritaria.	Earliest due date, con ordenes de fecha de entrega igual al tiempo necesitado para su liberación.
8. Regla de Asignación de Trabajador.	Si hay más estaciones de trabajo que trabajadores, se asignan trabajadores después de que hayan terminado su trabajo, al grupo de departamento que tenga mayor cantidad de trabajo.

La intención del modelo es apoyar las actividades del control de manufactura a través de:

- Reducción del volumen de inventario.
- Control de materiales.
- Aseguramiento de los tiempos de producción.
- Utilización efectiva de los recursos de la empresa.
- Disminución de defectos de producción (mejora en calidad).

Para llevar a cabo la medición de los índices de desempeño y evaluar los indicadores de productividad se hace necesario establecer los costos de las entradas del sistema que serán evaluadas tal como se muestra en la siguiente tabla:

Proceso	Tiempo De Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Nivel de Inventario (Días)	Tiempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)
Maquinados	4.67%	1.12%	3.57%	15	9.4	\$19.42	\$ 7,000.00
Fabricación	1.40%	0.60%	11.50%	25.00	19.00	\$18.86	\$ 18,000.00
Fondeo	3.77%	0.80%	5.42%	15.00	19.00	\$18.86	\$ 1,000.00
Conversiones	4.97%	2.06%	16.89%	15.00	35.70	\$18.94	\$ 2,000.00
Ensamble	2.65%	0.15%	10.27%	15.00	111.40	\$18.17	\$ 3,000.00
Pintura	4.07%	2.03%	5.80%	—	38.60	\$17.88	\$ 5,000.00
	22%	1.13%	8.91%		233.10	\$112.13	\$36,000.00

Tabla 6.2. Condiciones Iniciales De La Empresa, Entradas Al Proceso.

Las principales entradas del proceso son el tiempo de paro, el tiempo de ciclo, el costo promedio de la mano de obra y el retrabajo; el nivel de inventario de la materia prima, los desperdicios y los costos por el material.

Cabe destacar que estos datos fueron el resultado del promedio de la medición semanal (de 6 semanas), que se reportó a la dirección de acuerdo a los índices: % de tiempo de paro, % de retrabajo, % de desperdicio y los días promedio de inventario.

Se puede observar que el proceso de pintura no reporta inventario, esto es dado que la empresa tiene un convenio con el proveedor de pintura donde no es necesario contar con stock para este proceso.

El tiempo promedio de ciclo es el resultado de la mezcla promedio de productos que se da en la empresa, este dato fue proporcionado por el departamento de producción. Los costos promedio de las horas hombre, es el resultado del costo total de mano de obra por proceso entre el número de personas que trabajan dentro de él, éstos datos fueron proporcionados por el área de recursos humanos. Los costos de materia prima es el promedio que se utiliza para cada uno de los tipos de producto por proceso que lo emplea, este dato fue proporcionado por el departamento de ingeniería y compras.

La planta de producción será evaluada bajo las condiciones de operación presentadas con los recursos de producción balanceados y trabajando bajo las premisas de los sistemas de manufactura tradicional (MRP), Justo A Tiempo (JIT) y Teoría de Restricciones (TOC).

Una vez presentadas las consideraciones previas, es necesario conocer la estructura de la planta de producción.

B. INFLUENCIA DEL CLIENTE (IC)

9. Pronóstico de error para productos Standard

MRP	No se consideran pronósticos en este caso ya que no es una variable que la empresa este monitoreando actualmente debido a que trabaja en base a ordenes de producción.
JIT	
TOC	

10. Pronóstico de error para productos Especiales

MRP	No se consideran pronósticos en este caso ya que no es una variable que la empresa este monitoreando actualmente debido a que trabaja en base a ordenes de producción.
JIT	
TOC	

11. Pronóstico de productos Standard

MRP	No se consideran pronósticos en este caso ya que no es una variable que la empresa este monitoreando actualmente debido a que trabaja en base a ordenes de producción.
JIT	
TOC	

C. ESTRUCTURA DE PRODUCTO (EP)

12. Forma

MRP	Forma piramidal donde se cuentan con al menos 6 niveles.
JIT	
TOC	

13. Variabilidad de productos.

MRP	Se puede decir que la variabilidad del producto está determinada en aspectos de modificación del chasis, en la pintura, y en las características dimensionales y de materiales de la carrocería; el diseño parte de la misma base.
JIT	
TOC	

14. Niveles de BOM

MRP	12 niveles al menos.
JIT	
TOC	

15. En común (similitudes)

MRP	90 % de los procesos: 70% de los materiales.
JIT	
TOC	

D. DISEÑO (D)

16. Patrón de rotación

MRP	Hay un patrón dominante de secuencias de los procesos, aproximándose a un taller de flujo.
JIT	Línea de flujo pura en el área de fabricación, ensamble y pintura.
TOC	Igual que en MRP.

17. Énfasis de Taller

MRP	50% de las estaciones de trabajo están en el área de ensamble, el resto se divide entre las otras 5 áreas de producción.
JIT	70% de las estaciones de trabajo se encuentran en el área de ensamble, el resto se divide en las otras áreas de producción.
TOC	Igual que en el sistema MRP.

18. Largo de las Rutas

MRP	Redefinidas en la nueva configuración del lay out con una mejora del 15% en cuanto a tiempos y 50% en distancia para el proceso de conversiones – ensamble.
JIT	Igual que en MRP.
TOC	Igual que en MRP.

E. INFLUENCIA DE LOS VENDEDORES (IV)

19. Promedio de Lead-time

MRP	Se utilizó el promedio del lead time de cada unos de los procesos para todos los casos.
JIT	
TOC	

20. Variabilidad de Lead-time

MRP	No se considero la variabilidad en el lead time.
JIT	
TOC	

F. MECANISMOS DE BUFFER (MB)

21. Capacidad Ociosa

MRP	Alrededor del 4% en promedio para cada uno de los procesos una vez que se realiza el balanceo de la línea.
JIT	
TOC	

22. Stock de seguridad y Lead-time de seguridad

MRP	Se preasigna un promedio aproximado de 17 días de stock e inventario en base a la demanda.
JIT	Se considera un promedio aproximado de 3 días de stock e inventarios para todos los procesos.
TOC	Se considera un promedio de 10 días de stock e inventarios para los procesos con un factor de seguridad del 5% para los procesos cuello de botella.

23. Tiempos de Set-up

MRP	Se considera el tiempo de paro promedio de cada uno de los procesos.
JIT	Se considera un mejor desempeño en 50% del promedio de tiempo de paro.
TOC	Igual que en MRP.

F. PROCESO (P)

24. Desperdicio

MRP	Existe un promedio de alrededor del 9% en todos los procesos.
JIT	Igual que en MRP.
TOC	Igual que en MRP.

25. Retrabajo	
MRP	Existe un promedio de 1.13% de retrabajo en los procesos.
JIT	No se considera retrabajo.
TOC	Igual que en MRP.
26. Fallas de Equipo	
MRP	Los involucrados no consideraron fallas en el equipo puesto que se cuenta con equipo de reserva y atención inmediata de mantenimiento.
JIT	
TOC	
27. Lead Time	
MRP	Se considera el promedio del lead time de lo procesos en cada caso.
JIT	
TOC	
28. Tiempo Disponible	
MRP	Se considera el mismo tiempo disponible como entrada al sistema; con algunas variaciones en las evaluaciones de los indicadores para lograr identificar el mejor desempeño obtenido.
JIT	
TOC	

6.4. Establecimiento Y Medición De Los Índices De Productividad E Indicadores De Desempeño

Para cumplir con el objetivo de elevar la productividad de la planta, y a fin de identificar los indicadores que impactan en ella se realizará el análisis incluyendo estos insumos y cuyo uso será modificado con el cambio de los índices de desempeño cuando las condiciones de operación permanezcan iguales y cuando las condiciones del sistema de control de manufactura cambian.

(ver Anexo1)

Los cálculos correspondientes para determinar la efectividad de la planta se realizaron a partir de la tabla 5.1 Efectividad De La Planta, paralelamente se agregan los indicadores % de tiempo de paro, % de retrabajo, % de desperdicio y días de inventario conjugándolos con el costo de mano de obra y materia prima para determinar los costos de producción en proceso y obtener de esta manera el costo total del proceso y el indicador total de productividad; es necesario señalar, que la empresa considera el tiempo de paro como un % del tiempo de corrida de su proceso. En el anexo 1 se muestra los cálculos realizados para obtener estos valores. Se consideró una producción de 22 carrocerías por semana, los costos del proceso son por carrocería producida.

Costo De Producción Con Índices De Desempeño En Condiciones Iniciales	
Sistema De Control De Manufactura	Costo Total Del Proceso
Balanceada	\$ 63,763.34
MRP	\$ 63,641.66
JIT	\$ 48,456.05
TOC	\$ 70,481.66

Tabla 6.3. Resultados De La Primera Evaluación.

Estos resultados son globales, es decir, si adoptamos un tipo de sistema para todos los procesos de producción.

Ahora bien, es importante establecer cual de los índices de desempeño es el más significativo dentro del proceso, para ello, consideraremos modificar los índices de desempeño y evaluar su impacto en la productividad, por lo cual, se realizarán las siguientes acciones: para evaluar el impacto del % de defectos, se considera que no se producen defectos; para evaluar el impacto del % desperdicios se considera que no se producen desperdicios; para evaluar el impacto del tiempo de paro, se considera que no se para la línea; para considerar el impacto de los inventarios, se considera que se disminuye los días de inventario. Se hace la valoración modificando estos índices y monitoreando su comportamiento en los respectivos sistemas de control de manufactura. (Ver Anexo 2,3,4 y 5).

A continuación se presenta la siguiente tabla con los resultados obtenidos debido al cambio del índice de desempeño y en cada uno de los sistema de control, estos resultados son considerando el mismo tipo de sistema de control para todos los procesos de producción:

Tiempo De Paro		% De Retrabajo	
Sistema De Control De Manufactura	Costo Total Del Proceso	Sistema De Control De Manufactura	Costo Total Del Proceso
Balanceada	\$ 64,030.62	Balanceada	\$ 63,724.49
MRP	\$ 63,998.12	MRP	\$ 63,603.11
JIT	\$ 48,479.04	JIT	\$ 48,456.05
TOC	\$ 71,120.04	TOC	\$ 70,443.11

% De Desperdicio		Nivel De Inventario	
Sistema De Control De Manufactura	Costo Total Del Proceso	Sistema De Control De Manufactura	Costo Total Del Proceso
Balanceada	\$ 60,453.34	Balanceada	\$ 63,763.34
MRP	\$ 60,331.66	MRP	\$ 59,771.66
JIT	\$ 45,146.05	JIT	\$ 45,516.05
TOC	\$ 67,171.66	TOC	\$ 65,171.66

Tabla 6.4. Resultados De La Modificación En Los Indicadores En Cuanto A Costo. (Resultado tomado del anexo I).

De la evaluación total sobre los indicadores en cuanto a la utilización de un determinado tipo de sistema de control de manufactura, se puede observar que el cambio en el índice del % de desperdicio es el que tiene el impacto más significativo de las evaluaciones ya que es el que representa una menor inversión de recursos para lograr la producción y los indicadores de productividad deseados; seguido del índice de niveles de inventarios, retrabajo y tiempos de paro esto bajo ambientes Justo A Tiempo. Los tiempos de paro y retrabajo tuvieron impactos poco significativo debido a que los indicadores iniciales manejados por la empresa ya eran bajos logrando repercutir poco en el resultado final.

Es necesario comentar, que el costo total del proceso al que incurre la empresa bajo las condiciones iniciales es de \$69,367.07 pesos, con lo cual podemos observar una gran diferencia al optar por el sistema basado en Justo A Tiempo, en cualquiera de los índices evaluados; se puede también notar, que existe un incremento en el índice de tiempo de paro y retrabajo bajo el enfoque de Teoría de Restricciones ya que se hace necesario considerar algunos amortiguadores para asegurar el buen desempeño para el proceso de ensamble.

En general, la tendencia de los cambios para cada uno de los sistemas es a la baja en cuanto inversión ya que se genera un mayor control en la parte de inventarios y mano de obra, aprovechándose más los recursos requeridos durante la producción.

TIPO DE SISTEMA DE CONTROL	Disponibilidad	Producción Durante El Tiempo De Operación	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo De Producto En Proceso	Costo Total De Mano De Obra	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios	Tiempo Promedio De Productos Por Proceso / Día	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	Tiempo Disponible Requerido
MRP	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓
JIT	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓
TOC	↑	↑	↑		↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓

Tabla 6.5. Tendencia De Los Cambios En Los Indicadores Cuando Bajan Los Índices De Tiempo De Paro, Desperdicio, Retrabajo E Inventario.

Lo importante es incrementar la efectividad de la empresa disminuyendo los índices que generan costos al proceso y que impiden que se eleve la efectividad global de la empresa.

Lograr incrementar estos índices, ayuda a mejorar los niveles en los indicadores que a la empresa le interesa monitorear, los cuales son el disminuir los costos de llevar producto en proceso, el costo originado por la mano de obra, el costo promedio total por materia prima e inventarios; así como disminuir el tiempo promedio de productos fabricados por día.

Ahora es posible realizar modificaciones en cada uno de los procesos dependiendo de la factibilidad de llevar a cabo su cambio a un determinado ambiente de manufactura; a continuación se presenta la recomendación para cada uno de los procesos una vez que se obtuvo la evaluación de las condiciones actuales con cada uno de los sistemas de manufactura:

Condiciones Iniciales De Los Índices De Desempeño					
PROCESO	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO INICIAL DEL PROCESO	COSTO TOTAL DEL PROCESO CON SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	IMPACTO EN EL COSTO: (-) INVIERTE MÁS RECURSOS, (+) INVIERTE MENOS RECURSOS
Maquinados	81.95%	\$11,110.07	\$ 8,776.68	JIT	\$ 2,333.40
Fabricación	79.44%	\$33,926.33	\$ 23,126.72	JIT	\$ 10,799.61
Fondeo	86.32%	\$1,963.25	\$ 1,603.25	TOC	\$ 360.00
Conversiones	84.22%	\$3,965.66	\$ 3,245.66	TOC	\$ 720.00
Ensamble	91.81%	\$6,682.64	\$ 5,602.64	TOC	\$ 1,080.00
Pintura	95.80%	\$6,115.39	\$ 5,993.71	TOC	\$ 121.68

Tabla 6.6. Resultados De La Evaluación Inicial De Indicadores y Del Mejor Sistema De Control Para El Proceso. (Resultado tomado del anexo 1).

Cabe señalar que esta recomendación es el resultado de la evaluación de cada proceso en cada sistema de control de manufactura y considera el mayor indicador total de productividad y el costo total para cada uno de los procesos.

Estos resultados indican que a partir de las condiciones iniciales del estudio se recomienda que el proceso de maquinados sea controlado bajo un enfoque JIT, así como el proceso de fabricación, esto es lógico debido a que el proceso es similar a una línea de flujo; en cambio, para el proceso de Fondeo, Conversiones, Ensamble y Pintura, es conveniente utilizar un ambiente bajo Teoría de Restricciones puesto que este sistema se encuentra produciendo las cantidades exactas por lo cual no genera un costo por llevar inventarios, lo cual representa la diferencia entre estos sistemas de control (en menos del 2% respecto al indicador total de productividad).

La siguiente tabla muestra las recomendaciones para cada uno de los procesos una vez que se han modificado los indicadores de desempeño:

% De Tiempo De Paro					
PROCESO	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	% DE MEJORA RESPECTO AL INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD INICIAL	IMPACTO EN EL COSTO (-) INVIERTE MÁS, (+) INVIERTE MENOS RECURSOS (Semanalmente)
Maquinados	80.18%	\$ 8,965.48	JIT	-2.22%	-\$ 188.80
Fabricación	79.42%	\$ 23,129.23	JIT	-0.03%	-\$ 2.51
Fondeo	90.94%	\$ 1,505.92	JIT	5.08%	\$ 97.33
Conversiones	83.90%	\$ 3,214.81	JIT	-0.39%	\$ 30.85
Ensamble	89.96%	\$ 5,654.63	JIT	-2.06%	-\$ 52.00
Pintura	95.05%	\$ 6,008.97	JIT	-0.78%	-\$ 15.26

% De Desperdicio					
PROCESO	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	% DE MEJORA RESPECTO AL INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD INICIAL	IMPACTO EN EL COSTO (-) INVIERTE MÁS, (+) INVIERTE MENOS RECURSOS (Semanalmente)
Maquinados	84.35%	\$ 8,526.78	JIT	2.85%	\$ 249.90
Fabricación	87.25%	\$ 21,056.72	JIT	8.95%	\$ 2,070.00
Fondeo	89.34%	\$ 1,549.05	TOC	3.38%	\$ 54.20
Conversiones	94.00%	\$ 2,907.86	TOC	10.41%	\$ 337.80
Ensamble	97.15%	\$ 5,294.54	TOC	5.50%	\$ 308.10
Pintura	100.67%	\$ 5,703.71	TOC	4.84%	\$ 290.00

% De Retrabajo					
PROCESO	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	% DE MEJORA RESPECTO AL INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD INICIAL	IMPACTO EN EL COSTO (-) INVIERTE MÁS, (+) INVIERTE MENOS RECURSOS (Semanalmente)
Maquinados	81.95%	\$ 8,776.68	JIT	0.00%	\$ -
Fabricación	79.44%	\$ 23,126.72	JIT	0.00%	\$ -
Fondeo	86.48%	\$ 1,600.18	TOC	0.19%	\$ 3.07
Conversiones	84.59%	\$ 3,231.53	TOC	0.44%	\$ 14.12
Ensamble	91.86%	\$ 5,599.61	TOC	0.05%	\$ 3.03
Pintura	96.02%	\$ 5,979.71	TOC	0.23%	\$ 14.00

Niveles De Inventario					
PROCESO	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA RECOMENDADO	% DE MEJORA RESPECTO AL INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD INICIAL	IMPACTO EN EL COSTO (-) INVIERTE MÁS, (+) INVIERTE MENOS RECURSOS (Semanalmente)
Maquinados	86.07%	\$ 8,356.68	JIT	4.79%	\$ 420.00
Fabricación	87.62%	\$ 20,966.72	JIT	9.34%	\$ 2,160.00
Fondeo	87.96%	\$ 1,568.70	JIT	1.87%	\$ 34.55
Conversiones	85.81%	\$ 3,182.50	JIT	1.85%	\$ 63.16
Ensamble	93.90%	\$ 5,447.12	JIT	2.23%	\$ 155.52
Pintura	95.80%	\$ 5,993.71	TOC	0.00%	\$ -

Tabla 6.7. Resultados De La Evaluación En La Modificación De Indicadores y Del Mejor Sistema De Control Para El Proceso. (Resultados tomados del anexo 2,3,4 y 5 respectivamente, el % de mejora corresponde a la variación del indicador total de productividad de la modificación y del indicador total de productividad inicial; el el impacto en el costo corresponde a la diferencia entre el costo total del indicador de productividad modificado y el indicador total de productividad inicial).

La recomendación final está en realizar acciones para modificar el índice del % de desperdicio, ya que para este caso, es el que más impacto tiene en los resultados de la empresa; así mismo, el siguiente índice que requiere de un cambio es el de los niveles de inventario, un mejor control en este aspecto, provocará que se tenga una menor inversión de flujo de efectivo y un menor costo de llevar inventario por lo cual el aprovechamiento de los recursos será maximizado en la producción.

Un impacto menos significativo, pero también con resultados positivos para la empresa, es el realizar acciones que generen una disminución en los niveles de retrabajo; mientras que en el índice de % tiempo de paro podemos observar que existen algunos procesos en que el indicador baja su desempeño y se eleva el costo del proceso, esto sucede a partir de que existe más tiempo disponible para producir, lo cual incrementa el costo de llevar inventario (considerando que solo se requieren 22 unidades y se está produciendo un poco más); ahora bien, realizar cambios para disminuir el tiempo disponible tampoco resulta conveniente puesto que dar de baja a un operario en cada procesos en particular, implicaría no alcanzar a producir las unidades necesarias.

A continuación se presenta la tabla que engloba los mejores resultados para cada indicador indicador total de productividad cuando los índices de desempeño han sido modificados y una vez que ha sido evaluado en cada uno de los sistemas de control de manufactura, trabajando en la reducción de estos índices de desempeño, el impacto en el indicador total de productividad sería el siguiente:

Proceso	Condiciones Iniciales	Situación Actual Balanceada	Tiempo De Paro	Sistema De Control De Manufactura Empleado	Desperdicio	Sistema De Control De Manufactura Empleado	Retrabejo	Sistema De Control De Manufactura Empleado	Inventario	Sistema De Control De Manufactura Empleado
Maquinados	56.89%	64.78%	80.18%	JIT	84.35%	JIT	81.95%	JIT	86.07%	JIT
Fabricación	51.42%	54.16%	79.42%	JIT	87.25%	JIT	79.44%	JIT	87.62%	JIT
Fondeo	70.49%	70.49%	90.94%	JIT	89.34%	TOC	86.48%	TOC	87.96%	JIT
Conversiones	49.87%	68.93%	83.90%	JIT	94.00%	TOC	84.59%	TOC	85.81%	JIT
Ensamble	77.40%	76.97%	89.96%	JIT	97.15%	TOC	91.86%	TOC	93.90%	JIT
Pintura	83.33%	93.89%	95.05%	JIT	100.00%	TOC	96.02%	TOC	95.80%	TOC

Tabla 6.8. Resultados De La Evaluación En La Modificación De Indicadores y El Mejor Nivel De Productividad Reportado Con El Sistema De Control Utilizado. (Resultados tomados del anexo 1,2,3,4 y 5 respectivamente).

Esta tabla sugiere trabajar en la reducción del inventario para el proceso de maquinado, ya que el indicador de productividad, al solo reducir este índice, podría aumentar aproximadamente 51% (de 56.89% de la situación actual a 86.07%) trabajando bajo el sistema justo a tiempo; similarmente, el trabajar en la reducción de inventario en el proceso de fabricación bajo el sistema JIT es el que reportaría un mejor % en el indicador total de productividad. Para el proceso de fondeo, el índice que tendría un mayor impacto en el indicador total de productividad sería el de % de tiempo de paro, esto también considerando el enfoque JIT.

Para los procesos de conversiones, ensamble y pintura, se sugiere trabajar bajo la teoría de restricciones y buscando minimizar el % de desperdicio del área, puesto que es el índice y sistema de control de manufactura que incrementaría el % en el indicador total de productividad.

A continuación se presenta la siguiente tabla con algunas recomendaciones que ayudaría a la empresa a lograr el cambio al sistema de control de manufactura recomendado para cada uno de sus procesos:

PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA	REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR EL CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL
Maquinados	JIT	<p>Es necesario contar con la ayuda del montacargas, de manera que se agilice la entrega de materia prima y el despacho de las piezas fabricadas al proceso sub-secuente.</p> <p>Se requiere de la coordinación de la gerencia de producción y de ingeniería para disminuir los tiempos de paro y los % de desperdicio para aumentar la productividad del proceso. Se considera la utilización de algunos dispositivos que ayuden a autorregular el % de desperdicio y el % de retrabajo.</p>
Fabricación	JIT	<p>Es necesario el apoyo del área de control de materiales, de manera que se tenga a disposición el montacargas para coordinar la entrega del material al proceso en el momento requerido para su producción así como para trasladar el material al proceso de fondeo y ensamble.</p> <p>Es importante contar con una relación más estrecha con el proveedor para asegurar el recibo del material en las condiciones, tiempo y en las cantidades requeridas por el proceso.</p> <p>Se requiere coordinar la ingeniería y el diseño de las piezas de manera de volverlas más estándar para los productos y disminuir así los tiempos dedicados para el cambio de ingeniería y el tiempo requerido para la producción.</p>
Fondeo	JIT	<p>Contar con el apoyo y coordinación del área de control de materiales de manera que el arribo de las piezas del proceso de fabricación sean enviadas en el tiempo requerido, con lo cual disminuiría el tiempo de espera. De la misma manera es necesario que lo apoyen en el manejo del producto ya fondeado para que sea llevado al área de ensamble.</p> <p>Se requiere de mejores instalaciones para este proceso (una cabina o un extractor) para disminuir el tiempo de secado del producto y mejorar las condiciones ambientales de la planta.</p> <p>Es necesario contar con el apoyo del personal de esta área, de manera que se autocontrole el proceso, disminuyendo el tiempo de paro y el % de desperdicio que origina.</p>

PROCESO	SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA	REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR EL CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL
Conversiones	TOC	Es importante tener una mejor disposición de este proceso de acuerdo a la propuesta del lay-out, con lo cual, el flujo de producción sería unidireccional respecto a los procesos con los cuales se relaciona, disminuyendo así los tiempos de movimiento y proporcionando mayor espacio a las líneas de producción.
		Se requiere el apoyo de la gerencia de producción para ayudar a disminuir el tiempo de paro que tiene el proceso y la coordinación con el área de ingeniería para bajar el índice de desperdicio. Se considera la elaboración de un "escantillón universal" que ayude a hacer el proceso de modificación del chasis más productivo.
		Contar con un mayor apoyo por parte del proveedor, de manera que se pudiera tener un control en el arribo del chasis en la planta con lo cual las actividades de planeación y control serían más efectivas.
Ensamble	TOC	Contar con personal (2 hombres) que se enfoque en proporcionar el material y los sub-ensambles requeridos en la producción, de manera que el arribo de estos en el momento indicado por el proceso disminuya los tiempos de espera, movimiento y transporte.
		Tener un buffer de sub-ensambles y de piezas que amortigüe las necesidades de producción, de manera que rompa la restricción que ha marcado este proceso en la producción.
		Se considera la ayuda de una grúa viajera con una disposición que cubra toda la línea de ensamble, o bien, la disposición de un rack móvil, que permita trasladar los sub-ensambles a través de la línea.
		Se requiere del involucramiento y sincronización de los proceso de maquinados, fabricación y fondeo y conversiones de manera que se conozca el status del producto en proceso y lo jale en el tiempo adecuado para el ensamble y lo empuje al proceso de pintura.
Pintura	TOC	Es necesario el apoyo del área de mantenimiento de manera que las actividades requeridas para el buen funcionamiento de la cabina sea programado en horas que no interfieran con la producción.
		Se requiere coordinar al personal de pintura con los proveedores de la misma, de manera que se capacite al personal y disminuya el tiempo dedicado a realizar retoques.
		Es importante contar con el apoyo del área de ensamble, de manera que se tenga conocimiento de los detalles de la carrocería a pintar y de los accesorios que se requiere colocar para de esta manera disminuir el % de tiempo de paro, desperdicio y retrabajo generado en este proceso.

Tabla 6.9. Requerimientos Para Lograr El Cambio En El Sistema De Control Recomendado Para Los Procesos De La Empresa.

En general, los tres tipos de sistemas de control de manufactura representan un incremento significativo en el indicador total de productividad al reducir los índices de desempeño de % de tiempo de paro, % de desperdicio, % de retrabajo y nivel de inventario; la empresa debe determinar la conveniencia de cambiar el sistema de control de manufactura, o bien, utilizar aquel sistema de control que más se adapte a las condiciones de operación; de la misma manera, debe evaluar sobre que índice podría empezar a trabajar para alcanzar este incremento; para ello es necesario realizar un estudio de factibilidad de proyecto para poder conocer a grandes rasgos cual es la utilidad que se tendría al realizarlo cualquier cambio.

Estos sistemas solo tendrán un reemplazo factible bajo las condiciones propias del sistema de control de la producción, como se mencionó, este trabajo solo muestra la tendencia en los comportamientos de los indicadores en cada uno de los sistemas.

6.5. Resultados: Factores Que Proveen El Mayor Impacto Sobre El Desempeño

El proceso y el inventario son variables importantes que afectan significativamente las medidas de desempeño. Se discutirán estos factores a continuación:

➤ El desperdicio resultó ser el índice más significativo del indicador total de productividad, bajando los niveles de desperdicio, los procesos reducen en promedio los requerimientos laborales de materia prima.

➤ El Inventario. Reduciendo los tamaños de lote es la manera más efectiva de reducir la inversión de inventario. Sin embargo, esto parece razonable solamente cuando existen alianzas con los proveedores donde se asegura la disponibilidad de material en el momento adecuado a bajo costo. Los buffers son particularmente beneficiosos para el servicio al cliente cuando los tamaños de lote son grandes, creando mayor capacidad para los cuellos de botellas temporales. Sin embargo, los buffers representan un costo, pero considerando la disponibilidad que tienen algunos procesos de apoyar al proceso de ensamble se observa una oportunidad ya que impactan sobre el desempeño de los procesos de fabricación. Aumentar las existencias de inventarios de seguridad del estándar mejora el servicio al cliente pero aumenta los niveles y los costos de llevar inventario, es por ello que se recomienda niveles bajos.

➤ El Retrabajo. Reduciendo la contribución de retrabajo, se reduce las horas de labor requeridas, y el riesgo de demora de un pedido de un cliente; así mismo, se asegura los niveles de calidad del producto.

➤ Tiempo De Paro. El bajar el índice de tiempo de paro provee una mayor disponibilidad del tiempo de producción por lo que en algunos casos es posible hacer ajustes en los requerimientos de fuerza laboral; con lo cual se obtiene un mejor índice de desempeño y un mejor indicador de productividad respecto al costo de mano de obra.

Otros Factores que son dignos de tomarse en cuenta son los siguientes:

➤ La Influencia del Cliente. Hay un impacto relativamente grande de este grupo sobre el inventario ya que existen desviaciones de diseño entre las unidades demandadas por los cliente.

Sin embargo, el efecto considerable sobre el servicio al cliente podría tener implicaciones en la estrategia competitiva y los costos de no lograr la producción de alto volumen. La estandarización de sub-ensambles contribuyen a una reducción notable en el servicio al cliente y a mejorar el desempeño en los sistemas justo a tiempo.

En los grupos de la Estructura de Producto, Facilidad de Diseño e Influencia del Vendedor se presentan las siguientes observaciones en los resultados.

➤ **Facilidad de Diseño.** La estandarización en el diseño, ensambles o sub-ensambles, provocarían menor inversión de inventario y mejor servicio al cliente.

➤ **Las rutas más cortas** implican encontrar menos problemas en cuanto a desperdicio y retrabajo, además de que apoyan en el ahorro de inventario por reducción de la capacidad de embotellamientos. Diseñar el taller con un modelo dominante en el flujo ayuda a desarrollar la repetitividad a medida de que fomenta la automatización y un mejor manejo de los tiempos de setup.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

7.1. Conclusiones

Las condiciones actuales del mercado han provocado que los sistemas de planeación y control de producción evolucionen constantemente, buscando integrar los enfoques de producción y control de manufactura de manera que se pueda elevar los indicadores de productividad.

Los sistemas de producción, los mecanismos de planeación y control de los recursos ayudan a determinar el tipo de sistema de control de manufactura a utilizar. Una empresa tradicional debe de analizar la factibilidad de cambiar el tipo de sistema de control de manufactura para así obtener mejores niveles de desempeño. Este análisis se puede realizar una vez que la empresa ha establecido los índices de desempeño y los indicadores de productividad que quiere mejorar y que representan una mejor utilidad.

Los diferentes enfoques de los sistemas de control de manufactura traen consigo ventajas y desventajas en su utilización, las operaciones y necesidades que tenga la empresa serán las que determinen el tipo de control que debe emplear.

La metodología propuesta en esta tesis permite a las empresas definir su propio concepto de productividad, identificar los índices de desempeño de acuerdo a sus características propias, e identificar aquellos indicadores que pueden impactar en su productividad dependiendo del sistema de control de manufactura con el cual la empresa trabaja.

Es importante conocer y comprender las características de cada uno de los sistemas de control de manufactura ya que de esta manera se podrán encontrar mejores medidas de desempeño una vez que se haya analizado el costo – beneficio del cambio del sistema de control, el cual se hará conveniente una vez que se haya definido la magnitud del cambio (utilidad) que genera en el incremento en el indicador de productividad.

Cuando no sea factible el cambio de manufactura, la metodología permite encontrar el índice que tiene mayor impacto en los resultados de la empresa, y establecer acciones que ayuden a mejorar su desempeño de manera que se pueda mejorar el indicador de productividad.

Por otra parte es necesario reconocer la importancia de la flexibilidad en el sistema de producción ya que apoyará significativamente a lograr el cambio en el sistema de control de manufactura, con lo cual se pueden generar los cambios necesarios para encontrar mejores niveles de desempeño.

Los índices de % de tiempo de paro, retrabajo y desperdicio traen por si solos beneficios al indicador de productividad una vez que se realizan acciones para bajar su proporción, ya que de esta manera, se requiere menos mano de obra, así como una menor inversión en cuanto a materia prima utilizada.

Intervienen muchos factores e índices de desempeño en el indicador total de productividad, la empresa puede mejorar de muchas maneras este indicador siempre y cuando valore los cambios que provocan en otras medidas como en requerimientos de recursos.

7.2. Recomendaciones

Se requiere evaluar la conveniencia de utilizar un solo enfoque de sistema de control de manufactura vs la utilización de un sistema de control de manufactura híbrido. La integración de los sistemas solo será factible cuando los niveles de inventario y de productos en proceso no ocasionen cambios significativos en los procesos precedentes y subsecuentes y cuando los indicadores de productividad encuentren el mayor desempeño.

7.3. Alcances Y Limitaciones

Esta tesis estuvo orientada a controlar y a mejorar el índice de productividad en una planta de manufactura con índices definidos por sus involucrados, es importante definir y ajustar las variables que intervienen en otras plantas, así como los indicadores necesarios de manera que los resultados para otras empresas sean válidos.

7.4. Recomendaciones Para Futuras Investigaciones

Las recomendaciones para futuras investigaciones son:

- Utilizar otras metodologías que ayuden a identificar la factibilidad del cambio del sistema de control de manufactura.
- Modificar la metodología propuesta de manera que se puedan incluir otros indicadores importantes en la productividad tal y como lo son la depreciación del equipo, espacio requerido para la operación, los costos de administración, etc.
- Definir una metodología para evaluar el impacto de los indicadores de desempeño en una empresa de servicio.
- Hacer un estudio sobre empresas que trabajan bajo solo un enfoque de control de manufactura vs aquellas que utilizan sistemas de control híbridos.
- Simplificar la metodología propuesta.
- Modificar esta metodología de manera que los productos fabricados sean totalmente diferentes en cuanto a formas y mecanismos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Azarang, Mohamad, Apuntes De La Clase De Calidad De Manufactura De Clase Mundial, ITESM, 2002.
2. Buffa, Elwood ,Sarin, Rakesh, Administración De La Producción Y De Las Operaciones, Editorial Limusa, S.A. De C.V., 1997.
3. Chase, Richard B. , Dirección Y Administración De La Producción Y De Las Operaciones, México, D.F.: McGraw-Hill, 1997.
4. Chase, Richard B., Production And Operations Management : A Life Cycle, Homewood, IL : Irwin, 1992.
5. Crandall, Richard, The Effect Of Work In Process Inventory Levels Of Throughput And Lead Time, Production And Inventory Management Journal, Primer Tetramestre, 1994.
6. David, Brand, Productividad : La Solución A Los Problemas De La Empresa, Editorial McGraw Hill, 1987.
7. Diccionario De La Lengua Española, Editorial Real Academia Española, 1982.
8. Edosomwan, Johnson, The Meaning And Measurement Of Productivity At The Company Level, People And Product Management In Manufacturing, Editorial Elsevir, 1990.
9. Evans James R , Applied Production And Operations Management, St. Paul : West Publishing , 1990.
10. Goldratt, Eliyahu M., La Meta, North River Press Inc., 1986.
11. Hay, Edward, Justo A Tiempo, Editorial Norma, 1998.
12. Hill, Terry, Operations Management: Strategic Context And Managerial Analysis, Macmillan, 2000.
13. Japan Management Association, Tokio, Kanban, Just In Time At Toyota, Productivity Press, 1986.

14. Juárez, Julián, Tesis: Teoría De Restricciones Para La Administración De La Producción”, ITESM, 1994.
 15. Mali, Paul, Improving Total Productivity, Editorial Wiley Interscience, 1978.
 16. Mitra, Amitava, Fundamentals Of Quality Control And Improvement, Prentice Hall, E.U.A., 1993.
 17. Moctezuma V., Armando, Tesis : Integración De Los Sistemas Modernos De Manufactura, ITESM, 1991.
 18. Morales, Manuel, Tesis : Evaluación Del Impacto De Los Indicadores De Desempeño En La Productividad De Las Empresas Manufactureras, ITESM, 1996.
 19. Najarian, Gerald, Performance Measurement : Measure The Right Things, Manufacturing Systems, 1993.
 20. Polimeni, Ralph, Fabozzi, Frank, Contabilidad De Costos, McGraw Hill, Colombia, 1991.
 21. Riggs, James, Production Systems: Planning, Analysis And Control, Editorial Waveland Press Inc., 1987.
 22. Ruseell, Roberta S., Taylor III, Bernard. Operation Management, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
 23. Schmenner, Roger W., Production/Operations Management : Concepts And Situations / Roger W. Schmenner, New York : Macmillan, 1990.
 24. Shonberger, Richard, The Kanban System, Ifs Publications Ltd, 1987.
 25. Sumanth, D., Ingeniería Y Administración De La Productividad, McGraw Hill, 1990.
 26. Torres, Aldo, Contabilidad De Costos: Análisis Para La Toma De Decisiones, McGraw Hill, México, 1996.
 27. Vollmann, Thomas E., Berry, William. Sistemas De Planificación Y Control De La Fabricación, Colombia, 1997.
 28. Wantuck, Kenneth, The Japanese Approach To Productivity, The Bendix Corporation, 1981.
-

CONDICIONES ACTUALES, CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO												INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
Proceso	Tiempo Disponible (Hors Homens)	Tiempo de Paro Planeado (Hors Homens)	Tiempo de Corrida (Hors Homens)	Tiempo de Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Hors Homens)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Hors Homens)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Dias)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Fabricación	480	14.4	465.6	1.40%	0.80%	11.50%	456.08	96.00%	18.00	24.16	91.05%	96.96%	89.75%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$1,789.06	\$365.82	\$36,336.06	24.16	51.42%	\$36,734.86
Fondeo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	5.42%	448.05	96.23%	19.00	23.58	93.29%	96.97%	89.75%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.86	\$387.17	\$1,576.08	23.58	70.49%	\$1,963.25
Conversiones	1344	40.32	1303.68	4.97%	2.08%	18.89%	1258.89	96.03%	36.70	34.70	83.40%	96.94%	80.21%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$1,154.79	\$1,089.54	\$4,392.59	34.70	49.87%	\$4,481.13
Ensamble	2544	78.32	2465.68	2.86%	0.16%	10.27%	2402.29	97.36%	111.40	21.56	100.00%	96.96%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$1,867.05	\$4,868.10	21.56	77.40%	\$6,646.15
Pruebas	1068	31.68	1036.32	4.07%	2.93%	5.80%	982.63	96.93%	39.80	25.48	96.42%	96.92%	82.84%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$786.82	\$814.82	\$8,075.82	25.48	83.33%	\$8,880.44
Total	6182.00	186.78	6008.24	2.2%	1.13%	8.91%	6797.28	96.52%	233.10	24.87	88.46%	96.96%	86.34%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$6,796.86	\$4,911.22	\$84,465.89	24.87	58.96%	\$89,387.07

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO												INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
Proceso	Tiempo Disponible (Hors Homens)	Tiempo de Paro Planeado (Hors Homens)	Tiempo de Corrida (Hors Homens)	Tiempo de Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Hors Homens)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Hors Homens)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Dias)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.50%	413.17	96.00%	18.00	21.76	101.17%	96.97%	98.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$366.33	\$33,670.00	21.76	54.16%	\$33,928.33
Fondeo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	5.42%	448.05	96.23%	19.00	23.58	93.29%	96.97%	89.75%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.86	\$387.17	\$1,576.08	23.58	70.49%	\$1,963.25
Conversiones	864	28.82	835.08	4.97%	2.08%	18.89%	796.43	96.03%	36.70	22.31	88.82%	96.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$38.08	\$689.78	\$3,285.88	22.31	68.99%	\$3,966.86
Ensamble	2682	77.78	2614.34	2.86%	0.16%	10.27%	2447.81	97.36%	111.40	21.97	100.00%	96.96%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,024.54	\$4,868.10	21.97	78.97%	\$6,882.64
Pruebas	932	27.96	904.04	4.07%	2.93%	5.80%	887.25	96.93%	39.80	22.47	97.92%	96.91%	83.86%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$196.25	\$719.14	\$8,398.25	22.47	83.99%	\$8,116.30
Total	6640.00	188.2	6373.8	2.2%	1.13%	8.81%	6184.43	96.69%	233.10	22.29	88.72%	96.96%	86.36%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$718.29	\$4,386.05	\$88,378.29	22.29	63.34%	\$89,763.34

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO												INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
Proceso	Tiempo Disponible (Hors Homens)	Tiempo de Paro Planeado (Hors Homens)	Tiempo de Corrida (Hors Homens)	Tiempo de Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Hors Homens)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Hors Homens)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Dias)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.50%	413.17	96.00%	18.00	21.76	101.17%	96.97%	98.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$366.33	\$33,670.00	21.76	54.16%	\$33,928.33
Fondeo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	5.42%	448.05	96.23%	19.00	23.58	93.29%	96.97%	89.75%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.86	\$387.17	\$1,576.08	23.58	70.49%	\$1,963.25
Conversiones	864	28.82	835.08	4.97%	2.08%	18.89%	796.43	96.03%	36.70	22.31	88.82%	96.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$38.08	\$689.78	\$3,285.88	22.31	68.99%	\$3,966.86
Ensamble	2682	77.78	2614.34	2.86%	0.16%	10.27%	2447.81	97.36%	111.40	21.97	100.00%	96.96%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,024.54	\$4,868.10	21.97	78.97%	\$6,882.64
Pruebas	912	27.36	884.64	4.07%	2.93%	5.80%	848.84	96.93%	39.80	21.99	100.07%	96.91%	85.91%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$703.71	\$8,290.00	21.99	86.80%	\$8,993.71
Total	6620.00	186.8	6364.4	2.2%	1.13%	8.81%	6176.82	96.69%	233.10	22.20	88.96%	96.96%	86.73%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$612.04	\$4,386.82	\$88,272.04	22.20	63.43%	\$89,641.68

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO												INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
Proceso	Tiempo Disponible (Hors Homens)	Tiempo de Paro Planeado (Hors Homens)	Tiempo de Corrida (Hors Homens)	Tiempo de Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Hors Homens)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Hors Homens)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Dias)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Fabricación	432	12.96	419.04	0.70%	0.80%	11.50%	416.11	98.36%	18.00	21.90	100.49%	108.00%	98.75%	\$18.86	\$ 18,000.00	5	\$-	\$366.72	\$22,770.00	21.90	78.44%	\$23,129.72
Fondeo	480	14.4	465.6	1.99%	0.80%	5.42%	468.82	98.12%	18.00	24.04	91.50%	108.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,000.00	3	\$82.86	\$891.82	\$1,237.08	24.04	84.82%	\$1,828.70
Conversiones	864	28.82	835.08	2.49%	0.80%	18.89%	817.26	97.82%	36.70	22.89	98.10%	108.00%	83.71%	\$18.84	\$ 2,000.00	3	\$81.11	\$703.58	\$2,688.81	22.89	82.21%	\$3,302.80
Ensamble	2682	77.78	2614.34	1.33%	0.80%	10.27%	2480.89	98.69%	111.40	22.27	100.00%	108.00%	98.69%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$-	\$2,048.02	\$8,578.10	22.27	90.89%	\$8,827.12
Pruebas	912	27.36	884.64	2.04%	0.80%	5.80%	868.84	97.97%	39.80	21.99	100.07%	98.91%	85.96%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$704.34	\$8,290.00	21.99	96.53%	\$8,994.34
Total	6620.00	186.8	6364.4	1.1%	0.80%	8.91%	6285.11	98.33%	233.10	22.69	97.40%	100.00%	88.79%	\$112.13	\$36,000.00	17	\$870.07	\$4,408.98	\$44,060.07	22.69	83.36%	\$48,468.05

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO												INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
Proceso	Tiempo Disponible (Hors Homens)	Tiempo de Paro Planeado (Hors Homens)	Tiempo de Corrida (Hors Homens)	Tiempo de Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Hors Homens)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Hors Homens)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Dias)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.50%	413.17	96.00%	18.00	21.76	101.17%	96.97%	98.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$366.33	\$33,670.00	21.76	54.16%	\$33,928.33
Fondeo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	5.42%	448.05	96.23%	19.00	23.58	93.29%	96.97%	89.75%	\$18.86	\$ 1,000.00	3	\$71.86	\$387.17	\$1,216.08	23.58	66.32%	\$1,803.25
Conversiones	864	28.82	835.08	4.97%	2.08%	18.89%	796.43	96.03%	36.70	22.31	88.82%	96.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	3	\$38.08	\$689.78	\$3,546.88	22.31	84.22%	\$3,245.66
Ensamble	2682	77.78	2614.34	2.86%	0.16%	10.27%	2447.81	97.36%	111.40	21.97	100.00%	96.96%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$-	\$2,024.54	\$8,578.10	21.97	81.81%	\$8,802.64
Pruebas	912	27.36	884.64	4.07%	2.93%	5.80%	848.84	96.93%	39.80	21.99	100.07%	96.91%	85.91%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$703.71	\$8,290.00	21.99	96.80%	\$8,993.71
Total	6620.00	186.8	6364.4	2.2%	1.13%	8.91%	6176.82	96.69%	233.10	22.20	88.96%	96.96%	86.73%	\$112.13	\$36,000.00	48	\$612.04	\$4,386.82	\$88,112.04	22.20	57.28%	\$70,481.68

MODIFICACION EN EL INDICE DE DESEMPEÑO DE TIEMPO DE PARO Y CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO													INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD							
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Paro Planeado (horas Hombre)	Tempo De Corrida (horas Hombre)	Tempo De Paro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producción En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Obra (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
CONDICIONES ACTUALES																						
Maquinaría	200	8.94	279.38	0.00%	1.12%	3.57%	279.38	100.00%	9.4	29.72	74.83%	99.99%	74.09%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$2,456.08	\$248.38	\$12,856.99	29.72	64.86%	\$13,106.38
Fabricación	480	14.4	485.8	0.00%	0.80%	11.80%	485.8	100.00%	19.00	34.81	98.79%	99.99%	99.76%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$2,349.76	\$401.84	\$36,619.76	24.81	81.00%	\$38,021.30
Fundeo	480	14.4	485.8	0.00%	0.80%	8.42%	485.8	100.00%	19.00	34.81	98.79%	99.97%	99.76%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$113.88	\$402.34	\$1,619.98	24.81	67.78%	\$2,020.41
Conversiones	1344	40.32	1303.88	0.00%	2.06%	16.89%	1303.88	100.00%	36.70	36.82	98.34%	99.94%	98.21%	\$18.94	\$ 2,000.00	15	\$1,319.79	\$1,448.47	\$4,657.50	36.82	47.29%	\$6,703.06
Ensamble	2644	78.32	2467.88	0.00%	0.16%	10.27%	2467.88	100.00%	111.40	22.15	100.00%	99.99%	99.99%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,841.14	\$4,688.10	22.15	78.99%	\$6,899.24
Planta	1868	31.68	1824.32	0.00%	2.03%	3.82%	1824.32	100.00%	38.80	23.84	99.99%	99.99%	99.84%	\$17.89	\$ 5,000.00	0	\$1,831.09	\$618.39	\$6,321.90	23.84	79.85%	\$7,170.48
Total	5192.00	185.78	5058.24	0%	1.13%	8.91%	5058.24	100.00%	283.18	26.77	99.99%	99.99%	99.24%	\$112.13	\$38,800.00	85	\$8,879.82	\$5,899.24	\$65,630.82	26.77	68.10%	\$70,719.84
CONDICIONES ACTUALES, BALANCEADA																						
Maquinaría	240	7.2	232.8	0.00%	1.12%	3.57%	232.80	100.00%	9.4	34.77	99.83%	99.99%	98.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$898.88	\$207.88	\$11,278.88	24.77	62.67%	\$11,487.78
Fabricación	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	11.80%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.97%	99.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$44.78	\$361.38	\$33,614.78	22.06	64.07%	\$33,878.17
Fundeo	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	8.42%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.99%	99.72%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$2.48	\$382.11	\$1,508.89	22.06	73.29%	\$1,889.79
Conversiones	816	24.48	791.82	0.00%	2.06%	16.89%	791.82	100.00%	36.70	22.17	98.33%	99.91%	98.13%	\$18.94	\$ 2,000.00	15	\$15.88	\$895.46	\$3,283.38	22.17	68.30%	\$3,948.86
Ensamble	2644	78.32	2467.88	0.00%	0.16%	10.27%	2467.88	100.00%	111.40	22.15	100.00%	99.99%	99.99%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,878.86	\$4,688.10	22.15	78.99%	\$6,899.24
Planta	864	26.82	867.68	0.00%	2.03%	3.82%	867.68	100.00%	38.80	23.21	99.99%	99.91%	99.81%	\$17.89	\$ 5,000.00	0	\$48.78	\$714.64	\$6,339.75	23.21	84.15%	\$6,818.89
Total	5348.00	186.44	5187.88	0%	1.13%	8.91%	5187.88	100.00%	233.18	23.28	99.99%	99.99%	99.21%	\$112.13	\$38,800.00	85	\$921.88	\$1,879.84	\$69,691.89	23.28	63.06%	\$74,530.62
M.P.																						
Maquinaría	240	7.2	232.8	0.00%	1.12%	3.57%	232.80	100.00%	9.4	34.77	99.83%	99.99%	98.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$898.88	\$207.88	\$11,278.88	24.77	62.67%	\$11,487.78
Fabricación	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	11.80%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.97%	99.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$361.38	\$33,670.00	22.06	64.14%	\$33,831.38
Fundeo	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	8.42%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.99%	99.72%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$2.48	\$382.11	\$1,606.89	22.06	73.29%	\$1,889.79
Conversiones	816	24.48	791.82	0.00%	2.06%	16.89%	791.82	100.00%	36.70	22.17	98.33%	99.91%	98.13%	\$18.94	\$ 2,000.00	15	\$15.88	\$895.46	\$3,283.38	22.17	68.30%	\$3,948.86
Ensamble	2644	77.78	2514.24	0.00%	0.16%	10.27%	2514.24	100.00%	111.40	22.87	100.00%	99.99%	99.99%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,878.86	\$4,688.10	22.87	78.99%	\$6,737.75
Planta	812	27.36	864.84	0.00%	2.03%	3.82%	864.84	100.00%	38.80	22.82	99.99%	99.91%	99.81%	\$17.89	\$ 5,000.00	0	\$-	\$733.67	\$6,289.82	22.82	84.82%	\$6,823.67
Total	5434.00	182.72	5261.28	0%	1.12%	8.91%	5261.28	100.00%	233.18	22.87	97.47%	99.99%	97.47%	\$112.13	\$38,800.00	85	\$898.16	\$1,439.87	\$69,696.16	22.87	63.19%	\$63,999.12
J.T.																						
Maquinaría	240	7.2	232.8	0.00%	0.00%	3.57%	232.80	100.00%	9.4	34.77	99.83%	100.00%	98.63%	\$19.42	\$ 7,000.00	3	\$898.88	\$206.88	\$9,758.88	24.77	80.18%	\$9,965.48
Fabricación	432	12.96	419.04	0.00%	0.00%	11.80%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	100.00%	99.76%	\$18.86	\$ 18,000.00	5	\$-	\$388.23	\$22,770.00	22.06	78.42%	\$23,129.23
Fundeo	432	12.96	419.04	0.00%	0.00%	8.42%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	100.00%	99.76%	\$18.86	\$ 1,000.00	3	\$2.48	\$389.23	\$1,148.89	22.06	88.94%	\$1,504.92
Conversiones	816	24.48	791.82	0.00%	0.00%	16.89%	791.82	100.00%	36.70	22.17	98.33%	100.00%	99.23%	\$18.94	\$ 2,000.00	3	\$15.88	\$881.43	\$2,833.38	22.17	83.90%	\$3,214.81
Ensamble	2682	77.78	2514.24	0.00%	0.00%	10.27%	2514.24	100.00%	111.40	22.87	100.00%	100.00%	100.00%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$-	\$2,878.83	\$3,578.10	22.87	89.98%	\$6,656.97
Planta	812	27.36	864.84	0.00%	0.00%	3.82%	864.84	100.00%	38.80	22.82	99.99%	100.00%	99.99%	\$17.89	\$ 5,000.00	0	\$-	\$718.87	\$6,289.82	22.82	95.02%	\$6,608.97
Total	5434.00	182.72	5261.28	0%	0.00%	8.91%	5261.28	100.00%	233.18	22.87	97.47%	100.00%	97.47%	\$112.13	\$38,800.00	17	\$898.16	\$1,439.88	\$45,078.18	22.87	83.34%	\$48,479.04
TOC																						
Maquinaría	240	7.2	232.8	0.00%	1.12%	3.57%	232.80	100.00%	9.4	34.77	99.83%	99.99%	98.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$898.88	\$207.88	\$11,278.88	24.77	62.67%	\$11,487.78
Fabricación	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	11.80%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.97%	99.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$44.78	\$361.38	\$33,614.78	22.06	64.07%	\$33,878.17
Fundeo	432	12.96	419.04	0.00%	0.80%	8.42%	419.04	100.00%	19.00	22.06	98.79%	99.99%	99.72%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$2.48	\$382.11	\$1,148.89	22.06	90.76%	\$1,508.32
Conversiones	864	26.82	838.08	0.00%	2.06%	16.89%	838.08	100.00%	36.70	23.68	98.31%	99.91%	98.63%	\$18.94	\$ 2,000.00	3	\$14.15	\$736.37	\$2,651.90	23.68	79.80%	\$3,388.32
Ensamble	2882	77.78	2514.24	0.00%	0.16%	10.27%	2514.24	100.00%	111.40	22.87	100.00%	99.99%	99.99%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$77.86	\$2,878.86	\$3,666.76	22.87	86.88%	\$6,736.40
Planta	812	27.36	864.84	0.00%	2.03%	3.82%	864.84	100.00%	38.80	22.82	99.99%	99.91%	99.81%	\$17.89	\$ 5,000.00	0	\$-	\$733.67	\$6,289.82	22.82	84.82%	\$6,823.67
Total	5472.00	184.18	5307.84	0%	1.12%	8.91%	5307.84	100.00%	233.18	22.77	99.83%	99.99%	99.87%	\$112.13	\$38,800.00	49	\$1,138.16	\$1,480.88	\$69,639.16	22.77	66.92%	\$71,120.04

MODIFICACION EN EL INDICE DE DESEMPEÑO EN EL % DE RETRAJO Y CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD						
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Para Planeado (Horas Hombre)	Tempo De Corrida (Horas Hombre)	Tempo De Para	% De Retrajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Oera (Pesos)	Costo Promedio Total Per Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Maquinados	288	8.84	279.38	4.87%	0.80%	3.57%	288.31	98.33%	9.4	28.33	77.80%	100.00%	74.93%	\$19.42	\$ 7,908.00	16	\$2,914.48	\$228.08	\$12,414.38	28.33	98.30%	\$12,849.48
Fabricación	480	14.4	465.6	1.49%	0.80%	11.80%	458.28	98.80%	19.00	24.18	91.20%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 18,808.00	25	\$1,789.08	\$393.36	\$36,338.08	24.18	51.42%	\$36,732.62
Fondos	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.05	98.23%	19.00	23.98	93.29%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,808.00	15	\$71.88	\$384.10	\$1,578.08	23.98	70.80%	\$1,980.18
Conversiones	1344	40.32	1303.68	4.97%	0.80%	16.89%	1238.88	95.03%	35.70	34.70	63.48%	100.00%	80.34%	\$19.84	\$ 2,808.00	15	\$1,164.79	\$1,088.57	\$4,282.58	34.70	99.87%	\$5,458.16
Ensamble	2644	78.32	2467.88	2.85%	0.80%	10.27%	2402.29	97.36%	111.48	21.97	100.00%	100.00%	97.36%	\$18.17	\$ 3,808.00	15	\$1,084.07	\$4,868.18	21.97	77.44%	\$6,442.17	
Pistas	1858	31.88	1826.32	4.07%	0.80%	5.80%	1827.28	98.82%	38.80	25.48	98.42%	100.00%	92.80%	\$17.88	\$ 5,808.00	0	\$788.82	\$738.51	\$8,075.62	25.48	93.62%	\$8,474.23
Total	6182.80	185.78	6008.24	22%	0.80%	8.81%	5787.28	98.82%	233.18	24.87	88.48%	100.00%	85.28%	\$112.13	\$38,080.00	85	\$6,788.88	\$4,868.88	\$84,488.88	24.87	88.28%	\$89,317.84

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD						
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Para Planeado (Horas Hombre)	Tempo De Corrida (Horas Hombre)	Tempo De Para	% De Retrajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Oera (Pesos)	Costo Promedio Total Per Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Maquinados	240	7.2	232.8	4.87%	0.80%	3.57%	231.83	98.33%	9.4	23.81	83.18%	100.00%	88.83%	\$19.42	\$ 7,908.00	16	\$812.08	\$198.80	\$10,811.88	23.81	84.80%	\$11,107.88
Fabricación	432	12.96	419.04	1.49%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 18,808.00	25	\$-	\$384.30	\$33,878.08	21.78	64.16%	\$33,924.20
Fondos	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.05	98.23%	19.00	23.98	93.29%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,808.00	15	\$71.88	\$384.10	\$1,578.08	23.98	70.80%	\$1,980.18
Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	0.80%	16.89%	798.43	95.03%	35.70	22.31	68.82%	100.00%	83.71%	\$19.84	\$ 2,808.00	15	\$28.88	\$888.88	\$3,288.88	22.31	98.18%	\$3,861.53
Ensamble	2882	77.76	2814.24	2.85%	0.80%	10.27%	2847.81	97.36%	111.48	21.97	100.00%	100.00%	97.36%	\$18.17	\$ 3,808.00	15	\$-	\$2,021.51	\$4,868.18	21.97	77.80%	\$6,878.81
Pistas	1812	27.36	1784.64	4.07%	0.80%	5.80%	1787.28	98.82%	38.80	22.47	97.88%	100.00%	93.88%	\$17.88	\$ 5,808.00	0	\$188.88	\$738.51	\$8,288.88	22.47	94.11%	\$8,811.08
Total	6520.80	185.2	6335.8	22%	0.80%	8.81%	5784.82	98.82%	233.18	22.38	88.72%	100.00%	85.43%	\$112.13	\$38,080.00	85	\$718.88	\$4,248.18	\$88,278.28	22.38	83.31%	\$93,724.48

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD						
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Para Planeado (Horas Hombre)	Tempo De Corrida (Horas Hombre)	Tempo De Para	% De Retrajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Oera (Pesos)	Costo Promedio Total Per Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Maquinados	240	7.2	232.8	4.87%	0.80%	3.57%	231.83	98.33%	9.4	23.81	83.18%	100.00%	88.83%	\$19.42	\$ 7,908.00	16	\$812.08	\$198.80	\$10,811.88	23.81	84.80%	\$11,107.88
Fabricación	432	12.96	419.04	1.49%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 18,808.00	25	\$-	\$384.30	\$33,878.08	21.78	64.16%	\$33,924.20
Fondos	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.05	98.23%	19.00	23.98	93.29%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,808.00	15	\$71.88	\$384.10	\$1,578.08	23.98	70.80%	\$1,980.18
Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	0.80%	16.89%	798.43	95.03%	35.70	22.31	68.82%	100.00%	83.71%	\$19.84	\$ 2,808.00	15	\$28.88	\$888.88	\$3,288.88	22.31	98.18%	\$3,861.53
Ensamble	2882	77.76	2814.24	2.85%	0.80%	10.27%	2847.81	97.36%	111.48	21.97	100.00%	100.00%	97.36%	\$18.17	\$ 3,808.00	15	\$-	\$2,021.51	\$4,868.18	21.97	77.80%	\$6,878.81
Pistas	1812	27.36	1784.64	4.07%	0.80%	5.80%	1787.28	98.82%	38.80	22.47	97.88%	100.00%	93.88%	\$17.88	\$ 5,808.00	0	\$-	\$838.71	\$8,288.88	22.47	98.82%	\$8,878.71
Total	6520.80	185.8	6344.4	22%	0.80%	8.81%	5785.82	98.82%	233.18	22.38	88.72%	100.00%	85.78%	\$112.13	\$38,080.00	85	\$812.08	\$4,331.07	\$88,278.04	22.38	83.41%	\$93,603.11

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD						
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Para Planeado (Horas Hombre)	Tempo De Corrida (Horas Hombre)	Tempo De Para	% De Retrajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Oera (Pesos)	Costo Promedio Total Per Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Maquinados	240	7.2	232.8	2.34%	0.80%	3.57%	227.38	97.87%	9.4	24.18	80.88%	100.00%	88.83%	\$19.42	\$ 7,908.00	3	\$888.08	\$300.70	\$8,575.38	24.18	81.80%	\$8,776.68
Fabricación	432	12.96	419.04	0.79%	0.80%	11.80%	416.11	98.36%	19.00	21.90	108.48%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 18,808.00	5	\$-	\$386.72	\$22,778.08	21.90	79.44%	\$23,126.72
Fondos	480	14.4	465.6	1.88%	0.80%	6.42%	458.82	98.12%	19.00	24.04	91.58%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,808.00	3	\$82.88	\$381.82	\$1,237.08	24.04	84.82%	\$1,828.70
Conversiones	864	26.82	838.08	2.49%	0.80%	16.89%	817.28	97.82%	35.70	22.88	86.18%	100.00%	83.71%	\$19.84	\$ 2,808.00	3	\$81.11	\$703.88	\$2,888.91	22.88	82.21%	\$3,302.50
Ensamble	2882	77.76	2814.24	1.33%	0.80%	10.27%	2880.83	98.88%	111.48	22.27	100.00%	100.00%	98.88%	\$18.17	\$ 3,808.00	3	\$-	\$2,049.02	\$3,878.18	22.27	98.88%	\$5,827.12
Pistas	1812	27.36	1784.64	2.04%	0.80%	5.80%	1788.84	97.87%	38.80	22.45	97.88%	100.00%	93.88%	\$17.88	\$ 5,808.00	0	\$-	\$738.34	\$8,288.88	22.45	95.83%	\$8,884.34
Total	6520.80	185.8	6344.4	11%	0.80%	8.81%	6285.11	98.33%	233.18	22.88	97.88%	100.00%	88.78%	\$112.13	\$38,080.00	17	\$870.87	\$4,888.88	\$44,888.87	22.88	83.33%	\$48,485.05

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD						
Proceso	Tempo Disponible (Horas Hombre)	Tempo de Para Planeado (Horas Hombre)	Tempo De Corrida (Horas Hombre)	Tempo De Para	% De Retrajo	% De Desperdicio	Tempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Oera (Pesos)	Costo Promedio Total Per Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)
Maquinados	240	7.2	232.8	4.87%	0.80%	3.57%	231.83	98.33%	9.4	23.81	83.18%	100.00%	88.83%	\$19.42	\$ 7,908.00	16	\$812.08	\$198.80	\$10,811.88	23.81	84.80%	\$11,107.88
Fabricación	432	12.96	419.04	1.49%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 18,808.00	25	\$-	\$384.30	\$33,878.08	21.78	64.16%	\$33,924.20
Fondos	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.05	98.23%	19.00	23.98	93.29%	100.00%	88.79%	\$18.86	\$ 1,808.00	15	\$71.88	\$384.10	\$1,578.08	23.98	70.80%	\$1,980.18
Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	0.80%	16.89%	798.43	95.03%	35.70	22.31	68.82%	100.00%	83.71%	\$19.84	\$ 2,808.00	15	\$28.88	\$888.88	\$3,288.88	22.31	98.18%	\$3,861.53
Ensamble	2882	77.76	2814.24	2.85%	0.80%	10.27%	2847.81	97.36%	111.48	21.97	100.00%	100.00%	97.36%	\$18.17	\$ 3,808.00	15	\$-	\$2,021.51	\$4,868.18	21.97	77.80%	\$6,878.81
Pistas	1812	27.36	1784.64	4.07%	0.80%	5.80%	1787.28	98.82%	38.80	22.47	97.88%	100.00%	93.88%	\$17.88	\$ 5,808.00	0	\$-	\$838.71	\$8,288.88	22.47	98.82%	\$8,878.71
Total	6520.80	185.8	6344.4	22%	0.80%	8.81%	5785.82	98.82%	233.18	22.38	88.72%	100.00%	85.78%	\$112.13	\$38,080.00	49	\$812.08	\$4,331.07	\$88,112.04	22.38	87.26%	\$93,443.11

MODIFICACION EN EL INDICE DE DESEMPEÑO DE DESPERDICIO Y CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO														INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD																												
Proceso	Tiempo Disponible (Horas Hombre)	Tiempo de Pareo Planificado (Horas Hombre)	Tiempo de Corrección (Horas Hombre)	Tiempo de Pareo	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (Horas Hombre)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (Horas Hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Efectividad Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producto En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Obra (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)																						
																							a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Condiciones Actuales																																												
Máquinas	288	8.64	278.36	4.87%	1.12%	0.00%	288.31	98.33%	8.4	28.33	77.86%	98.98%	88.78%	\$18.42	\$ 7,000.00	15	\$2,014.48	\$237.72	\$12,184.48	28.33	88.05%	\$12,402.21																						
Fabricación	480	14.4	465.6	1.40%	0.80%	0.00%	468.08	98.80%	19.00	24.16	91.06%	98.89%	88.78%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$1,789.06	\$386.82	\$33,288.06	24.16	64.68%	\$33,864.88																						
Fondo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	0.00%	448.05	98.23%	19.00	23.58	93.29%	98.87%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.88	\$387.17	\$1,821.88	23.58	72.49%	\$1,908.05																						
Conversiones	1344	40.32	1303.68	4.97%	2.08%	0.00%	1288.88	95.05%	36.70	34.70	83.40%	98.84%	80.21%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$1,154.78	\$1,088.54	\$4,054.78	34.70	53.16%	\$6,143.33																						
Ensamble	2644	78.32	2467.68	2.86%	0.18%	0.00%	2402.28	97.36%	111.40	21.88	100.00%	98.88%	87.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$1,887.05	\$4,360.00	21.88	81.17%	\$8,337.05																						
Pintura	1068	31.88	1024.32	4.07%	2.03%	0.00%	982.83	95.83%	38.80	25.48	84.42%	98.82%	87.84%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$788.82	\$814.82	\$5,788.82	25.48	88.88%	\$8,000.00																						
Total	8192.00	195.76	8008.24	2.2%	1.13%	0.00%	6797.26	98.82%	233.10	24.87	88.48%	98.86%	86.34%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$5,786.86	\$4,811.22	\$81,145.88	24.87	81.93%	\$88,057.07																						
SISTEMA DE PRODUCCIÓN																																												
Condiciones Actuales, Balanceadas																																												
Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	0.00%	221.88	98.33%	8.4	23.81	83.18%	98.98%	88.78%	\$18.42	\$ 7,000.00	15	\$812.08	\$188.10	\$10,882.08	23.81	88.27%	\$10,880.17																						
Fabricación	432	12.88	419.04	1.40%	0.80%	0.00%	413.17	98.80%	19.00	21.75	101.17%	98.87%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$356.33	\$31,800.00	21.75	57.88%	\$31,856.33																						
Fondo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	0.00%	448.05	98.23%	19.00	23.58	93.29%	98.87%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.88	\$387.17	\$1,821.88	23.58	72.49%	\$1,908.05																						
Conversiones	884	25.82	858.08	4.97%	2.08%	0.00%	796.43	95.05%	36.70	22.31	88.82%	98.81%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$28.08	\$888.78	\$2,828.08	22.31	75.36%	\$3,827.86																						
Ensamble	2692	77.78	2514.24	2.86%	0.18%	0.00%	2447.81	97.36%	111.40	21.87	100.00%	98.88%	87.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,024.54	\$4,360.00	21.87	80.88%	\$8,374.54																						
Pintura	882	27.38	854.64	4.07%	2.03%	0.00%	807.25	95.83%	38.80	22.47	87.82%	98.81%	88.88%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$108.25	\$718.14	\$5,108.25	22.47	88.88%	\$5,825.39																						
Total	5840.00	188.2	5373.8	2.2%	1.13%	0.00%	5184.43	98.86%	233.10	22.28	88.72%	98.86%	86.38%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$718.28	\$4,388.05	\$88,088.28	22.28	88.80%	\$88,463.34																						
MRP																																												
Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	0.00%	221.88	98.33%	8.4	23.81	83.18%	98.98%	88.78%	\$18.42	\$ 7,000.00	15	\$812.08	\$188.10	\$10,882.08	23.81	88.27%	\$10,880.17																						
Fabricación	432	12.88	419.04	1.40%	0.80%	0.00%	413.17	98.80%	19.00	21.75	101.17%	98.87%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$356.33	\$31,800.00	21.75	57.88%	\$31,856.33																						
Fondo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	0.00%	448.05	98.23%	19.00	23.58	93.29%	98.87%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	15	\$71.88	\$387.17	\$1,821.88	23.58	72.49%	\$1,908.05																						
Conversiones	884	25.82	858.08	4.97%	2.08%	0.00%	796.43	95.05%	36.70	22.31	88.82%	98.81%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	15	\$28.08	\$888.78	\$2,828.08	22.31	75.36%	\$3,827.86																						
Ensamble	2692	77.78	2514.24	2.86%	0.18%	0.00%	2447.81	97.36%	111.40	21.87	100.00%	98.88%	87.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	15	\$-	\$2,024.54	\$4,360.00	21.87	80.88%	\$8,374.54																						
Pintura	812	27.38	884.64	4.07%	2.03%	0.00%	848.84	95.83%	38.80	21.88	100.07%	98.81%	88.81%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$703.71	\$5,000.00	21.88	100.87%	\$5,703.71																						
Total	5820.00	186.8	5364.4	2.2%	1.13%	0.00%	5178.82	98.86%	233.10	22.20	88.88%	98.86%	86.73%	\$112.13	\$36,000.00	86	\$812.04	\$4,388.62	\$88,982.04	22.20	88.91%	\$88,331.68																						
JIT																																												
Máquinas	240	7.2	232.8	2.34%	0.00%	0.00%	227.38	97.87%	8.4	24.18	90.88%	100.00%	88.83%	\$18.42	\$ 7,000.00	3	\$888.08	\$200.78	\$8,328.08	24.18	84.38%	\$8,628.78																						
Fabricación	432	12.88	419.04	0.79%	0.00%	0.00%	418.11	98.30%	19.00	21.80	100.46%	100.00%	88.78%	\$18.86	\$ 18,000.00	5	\$-	\$358.72	\$30,700.00	21.80	87.28%	\$21,058.72																						
Fondo	480	14.4	465.6	1.88%	0.00%	0.00%	468.82	98.12%	19.00	24.04	91.80%	100.00%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	3	\$82.88	\$381.82	\$1,182.88	24.04	87.43%	\$1,574.50																						
Conversiones	884	25.82	858.08	2.48%	0.00%	0.00%	817.25	97.82%	36.70	22.88	88.10%	100.00%	83.71%	\$18.84	\$ 2,000.00	3	\$81.11	\$703.58	\$2,281.11	22.88	91.87%	\$2,984.70																						
Ensamble	2692	77.78	2514.24	1.33%	0.00%	0.00%	2488.83	98.88%	111.40	22.27	100.00%	100.00%	88.88%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$-	\$2,948.02	\$3,270.00	22.27	98.16%	\$5,518.02																						
Pintura	812	27.38	884.64	2.04%	0.00%	0.00%	808.94	97.87%	38.80	22.45	87.88%	100.00%	88.88%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$704.34	\$5,000.00	22.45	100.38%	\$5,704.34																						
Total	5820.00	186.8	5364.4	1.1%	0.00%	0.00%	5288.11	98.33%	233.10	22.88	97.40%	100.00%	86.78%	\$112.13	\$36,000.00	17	\$870.07	\$4,408.88	\$49,740.07	22.88	89.50%	\$46,148.05																						
TOC																																												
Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	0.00%	221.88	98.33%	8.4	23.81	83.18%	98.98%	88.78%	\$18.42	\$ 7,000.00	15	\$812.08	\$188.10	\$10,882.08	23.81	88.27%	\$10,880.17																						
Fabricación	432	12.88	419.04	1.40%	0.80%	0.00%	413.17	98.80%	19.00	21.75	101.17%	98.87%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	25	\$-	\$356.33	\$40,800.00	21.75	44.87%	\$40,856.33																						
Fondo	480	14.4	465.6	3.77%	0.80%	0.00%	448.05	98.23%	19.00	23.58	93.29%	98.87%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	3	\$71.88	\$387.17	\$1,181.88	23.58	88.34%	\$1,548.05																						
Conversiones	884	25.82	858.08	4.97%	2.08%	0.00%	796.43	95.05%	36.70	22.31	88.82%	98.81%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	3	\$28.08	\$888.78	\$2,828.08	22.31	84.00%	\$3,827.86																						
Ensamble	2692	77.78	2514.24	2.86%	0.18%	0.00%	2447.81	97.36%	111.40	21.87	100.00%	98.88%	87.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	3	\$-	\$2,024.54	\$3,270.00	21.87	87.15%	\$5,294.54																						
Pintura	812	27.38	884.64	4.07%	2.03%	0.00%	848.84	95.83%	38.80	21.88	100.07%	98.81%	88.81%	\$17.88	\$ 5,000.00	0	\$-	\$703.71	\$5,000.00	21.88	100.87%	\$5,703.71																						
Total	5820.00	186.8	5364.4	2.2%	1.13%	0.00%	5178.82	98.86%	233.10	22.20	88.88%	98.86%	86.73%	\$112.13	\$36,000.00	48	\$812.04	\$4,388.62	\$88,802.04	22.20	88.10%	\$87,171.68																						

MODIFICACION EN EL INDICE DE DESEMPEÑO EN EL NIVEL DE INVENTARIO Y CAMBIO EN EL SISTEMA DE CONTROL DE MANUFACTURA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		INDICES DE DESEMPEÑO													INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Proceso	Tiempo Disponible (horas hombre)	Tiempo de Párro Planeario (horas hombre)	Tiempo De Corrida (horas hombre)	Tiempo De Párro	% De Retrabajo	% De Desperdicio	Tiempo De Operación (horas hombre)	Disponibilidad	Tiempo De Ciclo Promedio (horas hombre)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	Eficiencia De Producción	Calidad	Eficiencia Global	Costo Promedio De Horas (Pesos)	Costo De M.P. (Pesos)	Nivel de Inventario (Días)	Costo De Producción En Proceso (Pesos)	Costo Total De Mano De Ohrs (Pesos)	Costo Promedio Total Por Materia Prima E Inventarios (Pesos)	Producción Durante El Tiempo De Operación (Unidades)	INDICADOR TOTAL DE PRODUCTIVIDAD	COSTO TOTAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN (Pesos)	
Condiciones Actuales	Máquinas	288	8.84	273.38	4.87%	1.12%	3.87%	288.31	95.33%	8.4	28.33	77.85%	99.98%	74.00%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$2,014.48	\$237.72	\$12,414.38	28.33	58.89%	\$12,882.11
	Fabricación	480	14.4	468.6	1.40%	0.80%	11.80%	488.86	98.80%	19.00	24.18	91.06%	99.98%	89.78%	\$18.86	\$ 18,000.00	28	\$1,788.08	\$386.92	\$38,338.08	24.18	51.42%	\$38,734.98
	Fondo	480	14.4	468.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.86	98.23%	19.00	23.68	93.29%	99.97%	89.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	18	\$71.88	\$387.17	\$1,878.08	23.68	70.49%	\$1,963.25
	Conversiones	1344	40.32	1303.68	4.97%	2.06%	18.88%	1338.89	98.03%	36.70	34.78	83.40%	99.94%	80.21%	\$18.84	\$ 2,000.00	18	\$1,184.78	\$1,088.84	\$4,282.58	34.70	48.87%	\$8,481.13
	Ensamble	2844	78.32	2467.68	2.88%	0.16%	18.27%	2482.29	97.38%	111.40	21.86	100.00%	99.98%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	18	\$1,887.06	\$4,888.10	\$6,888.10	21.86	77.00%	\$8,646.16
	Planta	1088	31.88	1024.32	4.07%	2.83%	8.88%	982.82	95.82%	38.80	28.48	98.42%	99.82%	82.84%	\$17.88	\$ 8,000.00	0	\$788.82	\$814.82	\$8,078.82	28.48	83.33%	\$8,880.44
Total	6192.00	186.76	6004.24	22%	1.13%	8.81%	6178.25	95.82%	283.10	24.87	90.48%	99.88%	86.34%	\$112.13	\$38,000.80	88	\$8,788.88	\$4,811.22	\$84,888.88	24.87	58.98%	\$88,367.07	
Condiciones Actuales, Balanceado	Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	3.87%	221.83	95.33%	8.4	23.81	83.18%	99.98%	88.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	18	\$812.88	\$188.10	\$18,281.88	23.81	88.88%	\$18,480.07
	Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	99.97%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	28	\$1,888.33	\$38,870.08	\$38,870.08	21.78	58.84%	\$38,826.33
	Fondo	480	14.4	468.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.86	98.23%	19.00	23.68	93.29%	99.97%	89.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	18	\$71.88	\$387.17	\$1,878.08	23.68	70.49%	\$1,963.25
	Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	2.06%	18.88%	798.43	98.03%	36.70	22.31	98.82%	99.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	18	\$28.88	\$888.78	\$3,288.88	22.31	88.81%	\$3,288.88
	Ensamble	2882	77.78	2814.24	2.88%	0.16%	18.27%	2847.81	97.38%	111.40	21.87	100.00%	99.98%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	18	\$1,887.06	\$4,888.10	\$6,888.10	21.87	78.87%	\$8,682.84
	Planta	812	27.36	884.84	4.87%	2.83%	8.88%	887.88	95.82%	38.80	21.87	100.00%	99.82%	88.81%	\$17.88	\$ 8,000.00	0	\$188.88	\$814.82	\$8,288.88	21.87	88.88%	\$8,118.88
Total	5620.00	186.2	5373.8	22%	1.13%	8.81%	6184.63	95.82%	283.10	22.28	90.72%	99.88%	86.38%	\$112.13	\$38,000.80	88	\$718.28	\$4,288.88	\$88,878.28	22.28	63.34%	\$88,763.34	
MFP	Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	3.87%	221.83	95.33%	8.4	23.81	83.18%	99.98%	88.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	12	\$812.88	\$188.10	\$18,281.88	23.81	88.88%	\$18,480.07
	Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	99.97%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	28	\$1,888.33	\$38,870.08	\$38,870.08	21.78	58.84%	\$38,826.33
	Fondo	480	14.4	468.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.86	98.23%	19.00	23.68	93.29%	99.97%	89.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	18	\$71.88	\$387.17	\$1,878.08	23.68	70.49%	\$1,963.25
	Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	2.06%	18.88%	798.43	98.03%	36.70	22.31	98.82%	99.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	18	\$28.88	\$888.78	\$3,288.88	22.31	72.21%	\$3,288.88
	Ensamble	2882	77.78	2814.24	2.88%	0.16%	18.27%	2847.81	97.38%	111.40	21.87	100.00%	99.98%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	18	\$1,887.06	\$4,888.10	\$6,888.10	21.87	80.21%	\$8,412.84
	Planta	812	27.36	884.84	4.87%	2.83%	8.88%	887.88	95.82%	38.80	21.87	100.00%	99.82%	88.81%	\$17.88	\$ 8,000.00	0	\$188.88	\$814.82	\$8,288.88	21.87	88.88%	\$8,893.71
Total	5620.00	186.6	5384.4	22%	1.13%	8.81%	6178.82	95.82%	283.10	22.28	90.88%	99.88%	86.38%	\$112.13	\$38,000.80	88	\$812.88	\$4,288.88	\$88,878.28	22.28	67.64%	\$88,771.66	
JT	Máquinas	240	7.2	232.8	2.34%	0.80%	3.87%	227.34	97.87%	8.4	24.19	80.88%	100.00%	88.83%	\$19.42	\$ 7,000.00	1	\$898.88	\$288.70	\$8,188.88	24.19	88.87%	\$8,386.68
	Fabricación	432	12.96	419.04	0.70%	0.80%	11.80%	418.11	98.80%	19.00	21.88	100.88%	100.00%	88.78%	\$18.86	\$ 18,000.00	1	\$1,888.33	\$38,870.08	\$38,870.08	21.88	87.82%	\$38,966.72
	Fondo	480	14.4	468.6	1.88%	0.80%	6.42%	468.88	98.12%	19.00	24.04	91.88%	100.00%	88.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	1	\$88.88	\$381.82	\$1,177.08	24.04	87.78%	\$1,568.70
	Conversiones	864	26.82	838.08	2.48%	0.80%	18.88%	817.28	97.82%	36.70	22.88	98.18%	100.00%	88.71%	\$18.84	\$ 2,000.00	1	\$81.11	\$788.88	\$2,478.88	22.88	88.31%	\$3,182.80
	Ensamble	2882	77.78	2814.24	1.33%	0.80%	18.27%	2888.88	98.88%	111.40	22.87	100.00%	100.00%	98.88%	\$18.17	\$ 3,000.00	1	\$1,887.06	\$4,888.10	\$6,888.10	22.87	88.80%	\$8,442.12
	Planta	812	27.36	884.84	2.04%	0.80%	8.88%	888.84	97.87%	38.80	22.48	100.00%	100.00%	88.88%	\$17.88	\$ 8,000.00	0	\$188.88	\$814.82	\$8,288.88	22.48	88.88%	\$8,894.34
Total	5620.00	186.6	5384.4	11%	0.80%	8.81%	6288.11	98.33%	283.10	22.28	97.40%	100.00%	88.78%	\$112.13	\$38,000.80	8	\$878.87	\$4,488.88	\$88,878.28	22.88	88.77%	\$88,516.06	
TOC	Máquinas	240	7.2	232.8	4.87%	1.12%	3.87%	221.83	95.33%	8.4	23.81	83.18%	99.98%	88.79%	\$19.42	\$ 7,000.00	12	\$812.88	\$188.10	\$18,281.88	23.81	88.88%	\$18,480.07
	Fabricación	432	12.96	419.04	1.40%	0.80%	11.80%	413.17	98.80%	19.00	21.78	101.17%	99.97%	88.72%	\$18.86	\$ 18,000.00	28	\$1,888.33	\$38,870.08	\$38,870.08	21.78	58.84%	\$38,826.33
	Fondo	480	14.4	468.6	3.77%	0.80%	6.42%	448.86	98.23%	19.00	23.68	93.29%	99.97%	89.78%	\$18.86	\$ 1,000.00	2	\$71.88	\$387.17	\$1,188.08	23.68	87.88%	\$1,573.25
	Conversiones	864	26.82	838.08	4.97%	2.06%	18.88%	798.43	98.03%	36.70	22.31	98.82%	99.91%	83.83%	\$18.84	\$ 2,000.00	2	\$28.88	\$888.78	\$3,288.88	22.31	88.81%	\$3,188.88
	Ensamble	2882	77.78	2814.24	2.88%	0.16%	18.27%	2847.81	97.38%	111.40	21.87	100.00%	99.98%	97.34%	\$18.17	\$ 3,000.00	2	\$1,887.06	\$4,888.10	\$6,888.10	21.87	88.80%	\$8,412.84
	Planta	812	27.36	884.84	4.87%	2.83%	8.88%	887.88	95.82%	38.80	21.87	100.00%	99.82%	88.81%	\$17.88	\$ 8,000.00	0	\$188.88	\$814.82	\$8,288.88	21.87	88.88%	\$8,893.71
Total	5620.00	186.6	5384.4	22%	1.13%	8.81%	6178.82	95.82%	283.10	22.28	90.88%	99.88%	86.38%	\$112.13	\$38,000.80	38	\$812.88	\$4,288.88	\$88,878.28	22.28	61.84%	\$88,171.66	

