

300617  
40  
2ej



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"ANTEPROYECTO DE MEJORAS A LA PRODUCTIVIDAD DE  
UNA LINEA DE PRODUCCION DE CUERPOS Y BONETES  
PARA VALVULAS TIPO COMPUERTA DE ACERO FUNDIDO  
DE 8 A 12 PLGS. EN 150 Y 300 LIBRAS Y 4 A 6  
PLGS. EN 600, 900 Y 1500 LIBRAS"

## Tesis Profesional

Que para obtener el titulo de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
Especialidad en el Area Industrial

p r e s e n t a

RAUL EDUARDO ZABALLA MONNIER

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1987



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

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

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

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	9
CAPITULO 1. ANTECEDENTES	10
1.1 Incremento del consumo de válvulas del - mercado nacional y los Estados Unidos	10
1.2 Descripción de la empresa	11
1.3 Descripción de las válvulas de compuerta	12
1.3.1 Definición e importancia de las válvulas	12
1.3.2 Válvulas de compuerta	13
1.3.2.1 Funcionamiento	13
1.3.2.2 Principales características	13
1.3.2.3 Partes de que se compone	14
1.3.2.3.1 Cuerpo	14
1.3.2.3.2 Bonete	15
1.3.2.3.3 Compuerta	15
1.3.2.3.4 Vástago	16
1.3.2.4 Usos de una válvula de acero fundido	18
1.4 Descripción de la línea de maquinado	19
1.4.1 Distribución en planta	19
1.4.2 Tipo de distribución	20
1.4.3 Factores que intervienen para establecer una distribución en planta	26
1.4.3.1 Factor material	26

	Página
1.4.3.2	Factor maquinaria 28
1.4.3.3	Factor personal 30
1.4.3.4	Factor movimiento 32
1.4.3.5	Factor de espera 32
1.4.3.6	Factor servicios 34
1.4.3.7	Factor edificios 36
1.4.3.8	Factor cambios 37
CAPITULO II.	FUNDAMENTOS TEORICOS 39
11.1	Análisis del proceso 39
11.2	Pronóstico de la demanda 41
11.2.1	Datos históricos 41
11.2.2	Método de cálculo 42
11.2.2.1	Mínimos cuadrados 42
11.2.2.2	Exponencial 44
11.2.2.3	Promedio simple 46
11.2.2.4	El promedio móvil 48
11.2.2.5	Atenuación exponencial 49
11.2.2.6	Comparación y control de los pronósticos por serie de tiempos 52
CAPITULO III.	ALTERNATIVAS DE EQUIPO Y MAQUINARIA 56
111.1	Determinación de la demanda 56
111.2	Obtención del porcentaje de mezclas 59
111.3	Cálculo de la capacidad actual 62
111.3.1	Un medio para determinar la capacidad de planta 62

	Página	
III.3.2	Como se determino la capacidad actual	63
III.4	Selección de nuevo equipo	65
III.4.1	De donde surge la necesidad de un estudio de renovación	65
III.4.2	Problemas que pueden surgir en la renovación de maquinaria.	67
III.4.3	Como se realizan los procedimientos efectivos de renovación	69
III.5	Cambios a los procesos en una línea de -- producción	74
III.5.1	Definición de una línea de producción	74
III.5.2	Métodos para equilibrar las operaciones de conformación de materiales	78
III.6	Consideraciones de la maquinaria para - reemplazo y selección del nuevo equipo	81
III.6.1	Comparativo de la maquinaria que se encuentra en operación actualmente y la que se propone para su reemplazo.	82
III.6.2	Mejoras del equipo propuesto	84
III.6.3	Cálculo de la nueva capacidad de planta	100
CAPITULO IV. CONCLUSIONES		102
BIBLIOGRAFIA		104

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla III.1 Pedidos programados en toneladas para los años de 1983, 1984 y 1985.	56
Tabla III.2 Datos necesarios para la resolución del sistema de ecuaciones.	58
Tabla III.3 Pedidos programados para el año de -- 1985 por mes de cada una de las medidas que se muestran	60
Tabla III.4 Tabla comparativa del % de mezcla --- durante el año de 1985	61
Tabla III.5 Capacidad de máquinas utilizadas -- actualmente	64
Tabla III.6 Cuadro descriptivo de la maquinaria actual y la maquinaria propuesta - para reemplazo	83
Tabla III.7 Cuadro descriptivo de la maquinaria propuesta	99
Tabla III.8 Capacidad de máquinas propuestas	101

INDICE DE ILUSTRACIONES

	Página	
Figura I.1	Válvula de compuerta	17
Figura III.1	Patrón de la venta durante los años de 1983, 1984 y 1985	57

## INTRODUCCION

En los últimos años, en nuestro país se han registrado avances en materia petrolera, se han hallado nuevos yacimientos y se han abierto nuevas fuentes de trabajo, esto ha generado un incremento en las necesidades del mercado petrolero nacional, en lo que a válvulas de compuerta se refiere.

Estas válvulas son dispositivos mecánicos aplicados al control de caudales o de presiones en una tubería o entre piezas componentes de una máquina, estas son del tipo no automático, ya que se controlan por medio de un volante.

El rango de válvulas que vamos a manejar es el siguiente: en las dimensiones de 8 a 12 pulgadas de puerto en 150 y 300 libras, así como en 4 a 6 pulgadas en 600, 900 y 1500 libras.

El presente trabajo tiene como objetivo el lograr satisfacer las necesidades del mercado de consumo de estas válvulas, a través de una mayor productividad, y determinar de que medios nos podemos valer para lograrlo.



## CAPITULO I.- ANTECEDENTES

### 1.1 INCREMENTO DEL CONSUMO DE VALVULAS DEL MERCADO NACIONAL Y LOS ESTADOS UNIDOS

Al correr de los años, en nuestro país la industria petrolera ha adquirido mayor importancia, es por eso que ahora juega un papel importante en la infraestructura nacional, su crecimiento ha dado lugar al desarrollo de nuevos empleos y sus necesidades se han incrementado dando como resultado un aumento en el consumo de diversos productos, entre ellos se encuentran válvulas de compuerta de acero fundido, las cuales describiremos más adelante.

Este incremento en el consumo de válvulas no solo se provocó en el mercado nacional sino que a partir del año de 1983, se logró penetración al mercado norteamericano.

Y se prevé a futuro incursionar en mercados más competitivos con el fin de no solo satisfacer las necesidades del mercado nacional, sino a través de la exportación consolidar prestigio a nivel internacional.

## 1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA.

Esta empresa se fundó en el año de 1966 como parte del Grupo Lanzagorta, su objetivo era el de fabricar válvulas de acero fundido tipo compuerta, en presiones nominales de trabajo de 150 y 300 libras, y en diámetros nominales de 3 a 12 -- pulgadas, para satisfacer las necesidades de las industrias petrolera, petroquímica, eléctrica, siderúrgica y la industria en general. Desde su fundación, los productos que se fabrican son desarrollados con tecnología propia a través de las gerencias técnicas y de ingeniería del producto, y desde el año de 1979 cuenta con la asistencia de "THE WALWORTH CO."

Estas compañías, producen válvulas que cumplen con las normas internacionales mas estrictas de diseño, fabricación y calidad, ya que cuenta con ingenieros altamente calificados y experimentados que forman parte activa de las asociaciones técnicas que forman este tipo de producto (API, ANSI, MSS, -- ASME, ASTM) lo cual ha permitido que las líneas de fabricación se vean incrementadas de acuerdo a las necesidades del mercado, y que actualmente se cuenta con válvulas que van desde 2 hasta 36 pulgadas de diámetro nominal en 5 presiones nominales de trabajo diferentes: 150, 300, 600, 900 y 1500 libras, así como diferentes alternativas de materiales tanto para el cuerpo y bonete como para los interiores, dependiendo de las condiciones de trabajo.

### 1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS VALVULAS DE COMPUERTA

#### 1.3.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LAS VALVULAS

Una válvula puede ser definida como un dispositivo mecánico que nos permite controlar flujos (líquido o gas) que se conducen o manejan a través de tuberías.

Actualmente las válvulas ocupan un lugar importante en industrias como las de la refinación de hidrocarburos y suministros de energía, en las que se estima de un 6% a 8% del costo de inversión que se destina a este tipo de equipo.

De acuerdo con el fluido, el volumen, la temperatura, la presión y el tipo de control que se desea ejercer, se han diseñado una gran variedad de tipos diferentes de válvulas de las cuales éstas Empresas fabrican las siguientes:

- Válvulas de Compuerta
- Válvulas de Globo
- Válvulas de Retención

De éstos tipos, sólo nos ocuparemos de las válvulas de compuerta dando descripción de sus partes componentes principales, la función primordial que realiza la válvula y sus características de utilización.

### 1.3.2 VALVULAS DE COMPUERTA

#### 1.3.2.1 FUNCIONAMIENTO

Estas válvulas operan mediante un disco o compuerta que se mueve verticalmente en forma perpendicular a la línea del fluido y que se aloja en medio de dos anillos, está diseñada para permitir el flujo del fluido en línea recta, con una caída mínima de presión. Se usan donde el disco o compuerta de la válvula se mantiene totalmente abierto o totalmente cerrado, "no" son adecuados para la estrangulación dejando la válvula parcialmente abierta, ya que la velocidad del fluido actuando contra el disco parcialmente abierto, causa erosión en las superficies de asiento, pueden usarse para cualquier fluido (líquido o gas) por lo general en donde la operación es poco frecuente.

#### 1.3.2.2 PRINCIPALES CARACTERISTICAS

Estas válvulas son resistentes a altas presiones y temperaturas dependiendo de su rango de presión nominal y de sus materiales, son del tipo OS&Y (OUTSIDE SCREW AND YOKE, Vástago saliente con Yugo y Bonete brídadados) son de flujo indistinto, retienen poco fluido en la línea, son de interiores renovables y en general tienen mayor vida que los demás tipos, son reempacables en servicio, reducen el peligro de golpe de "ariete" debido a la lentitud de su cierre.

### 1.3.2.3 PARTES DE QUE SE COMPONE

#### 1.3.2.3.1 CUERPO

Esta pieza es una de las dos que forman el recipiente que contiene la presión, en ella se alojan los dos anillos de asiento, tiene dos salidas al exterior (puertos) y una tercera que generalmente es bridada, a la cual se ensambla el bonete (o casquete), la terminal de los puertos puede ser bridada o con extremos para soldar según el tipo de conexión que se use en las tuberías a las que va a ser unida.

Esta pieza se obtiene de fundición y es vital en ella, por razones de seguridad y duración, el que conserve los espesores mínimos recomendados por las normas de fabricación, las cuales también exigen que la brida que se une al bonete sea de forma circular y generalmente hasta 600 libras, se usa unión macho y hembra a excepción de 150 libras en la cual permite que la brida sea de cualquier forma, esto se debe a que la distancia entre bridas es muy reducida y también a que por la baja presión las deformaciones no son muy grandes.

En los extremos de los cuerpos los tipos de unión mas usados son:

- Extremo bridado "cara plana" acabado rayado.
- Extremo bridado "cara plana" acabado fino.
- Extremo bridado "cara realzada" acabado rayado.
- Extremo bridado "cara realzada" acabado fino.
- Extremo bridado "RTJ" (Junta tipo anillo).
- Extremo soldable "BW" (Para soldar a tope).

### 1.3.2.3.2 BONETE

El bonete o casquete forma la parte superior del recipiente o carcasa de la válvula, tiene la misma forma en la brida que lo une al cuerpo, en la parte superior interna se aloja el asiento del vástago que debe ser un casquillo postizo del mismo material que el vástago logrando ambos (casquillo y vástago) que la válvula sea reempacable en servicio, esto es, que se puedan cambiar los empaques de la válvula cuando está en posición totalmente abierta.

El espesor de esta pieza también está normado y debe ser el mismo del empleado en el cuerpo.

El bonete cuenta en su parte superior con el yugo (o puente) que puede ser integral o separado, dependiendo del diseño del fabricante, esta sección del bonete será la que posiciona los mecanismos de operación de la válvula.

### 1.3.2.3.3 COMPUERTA

Esta parte de la válvula es la que impide físicamente el paso del fluido, puede ser de los siguientes tipos:

- Cuña sólida rígida,
- Cuña Bipartida flexible.

Esta pieza recibirá el movimiento de los mecanismos de operación por medio del vástago al cual se encuentra unido por una conexión en "T".

Como esta parte es la que realiza el cierre contra los anillos de asiento, el material del área que realiza el sello debe ser de material especial.

#### 1.3.2.3.4 VASTAGO

Esta pieza es la que deberá transmitir el movimiento generado en la zona de operación a la compuerta, su forma es cilíndrica contando en uno de los extremos con una cabeza en forma de "T" que servirá para lograr la unión a la compuerta, inmediatamente a ésta cabeza se encuentra un bisel el cual en conjunto con el casquillo (que se encuentra localizado en el bonete) lograrán que la válvula sea reempacable en servicio, en el extremo opuesto al de la cabeza, va provisto de una rosca (ACME) que es la que con la tuerca del vástago y el volante forman el mecanismo de apertura.

Las demás piezas que componen las válvulas de compuerta son la tuerca del vástago que generalmente es de bronce el volante que puede ser de acero o hierro maleable o nodular, el prensa empaque, que consiste en un buje y una brida que son accionados por dos tornillos, la junta cuerpo-bonete que debe ser de un material que por lo menos tenga la misma resistencia a la corrosión que el cuerpo como acero suave, los empaques, etc.

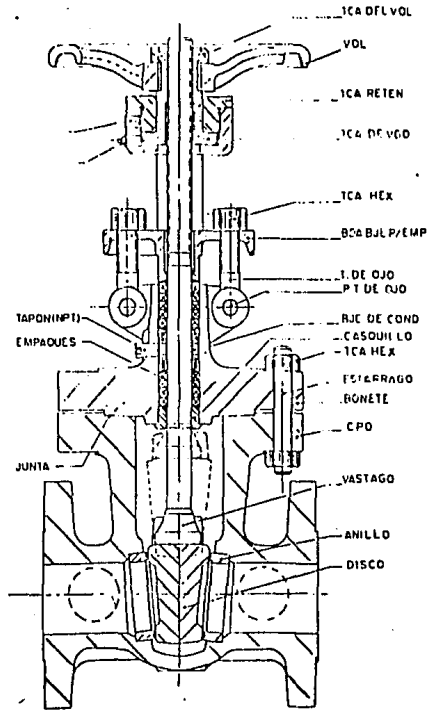


Figura I.1 VALVULA DE COMPUERTA



#### 1.3.2.4 USOS DE UNA VALVULA DE ACERO FUNDIDO

Las válvulas de acero fundido pueden ser utilizadas en una gran cantidad de Industrias y procesos dentro de las que podemos mencionar:

Industria Petrolera

Industria Petroquímica

Industria Azucarera

Industria del Papel

Plantas Geotérmicas

Plantas Termoeléctricas

Plantas de Tratamientos de Aguas

Plantas de Reducción de Minerales

En general, las válvulas pueden ser utilizadas en todos aquellos procesos que presenten características de:

Altas Temperaturas

Altas Presiones

Choques Térmicos

Baja Temperatura

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE MAQUINADO

##### 1.4.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El objetivo de una distribución en planta es el de lograr una disposición del equipo y área de trabajo que sea la más -- económica para la operación a que se destina, pero, sin embargo, segura y satisfactoria para los empleados; una disposición productiva de personal, materiales, maquinaria y servicios --- auxiliares, que llegue a fabricar un producto a un costo suficientemente bajo para venderlo con beneficio en un mercado de competencia.

En general, los objetivos básicos de llevar a cabo una - distribución en planta incluyen:

1. Integración global de todos los factores que afectan a la distribución.
2. Mínimas distancias en el movimiento de materiales.
3. Circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización efectiva de todo el espacio.
5. Satisfacción y seguridad para los obreros.
6. Disposición flexible que pueda ser fácilmente reajustada.

#### 1.4.2 TIPOS DE DISTRIBUCION

Los tipos comunmente utilizados de distribución son los siguientes:

1. Distribución por posición fija o por situación fija del material.

Es una distribución en la cual el material o componente principal permanece en un lugar fijo, es decir, que no se puede mover. Todas las herramientas, maquinaria, personal y otras piezas de material se llevan a él. Todo el trabajo ha de hacerse, o el producto a de fabricarse, con el componente principal situado en una posición previa. Un hombre o equipo hace el montaje completo, trayendo todas las piezas a su punto de ensamble. Los obreros pueden moverse o no de su posición de montaje a otra.

Las ventajas de esta distribución son:

a) Se reduce la manipulación de la unidad principal de montaje (a costa de incrementar la manipulación de piezas en el lugar de montaje).

b) Los obreros muy especializados pueden completar su trabajo en un punto y la responsabilidad de la calidad queda fijada en una persona o grupo del montaje.

c) Es posible hacer cambios frecuentes en los productos o en el diseño del producto y en la secuencia de las operaciones.

d) La distribución está adaptada a variedades del producto y a una demanda intermitente.

e) Es mas flexible, ya que no requiere una técnica de distribución costosa o muy organizada, ni planeamiento de producción o previsiones contra la ruptura de la continuidad en el trabajo.

## 2. Distribución por proceso o distribución por funciones.

En este tipo de distribución todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso se agrupan juntas. Todas las operaciones de soldadura en una área, todas las de taladro en otra, todas las de grapeado en la sala de grapeado y toda la pintura en un taller de pintura.

Las ventajas de esta distribución son las siguientes:

a) La utilización más completa de las máquinas permite una inversión menor en maquinaria.

b) Está adaptada a una gran variedad de productos y a cambios frecuentes en la secuencia de las operaciones.

c) Está adaptada a una demanda intermitente (variando los programas de producción).

d) Es mayor el incentivo del trabajador individual para elevar el nivel de su obra.

e) Es más fácil mantener la continuidad de la producción en caso de:

- Averías en maquinarias o equipos.
- Escasez de materiales.
- Ausencia de obreros.

### 3. Distribución por producto o producción en línea.

En este caso, un producto o tipo de producto se fabrica en una área determinada; pero a diferencia de la distribución por posición fija, el material se mueve. En esta distribución se dispone cada operación inmediatamente adyacente a la siguiente. Esto quiere decir que cualquier equipo utilizado en la fabricación del producto, independientemente del proceso que realice, está colocado de acuerdo con la secuencia de las operaciones.

Algunas de las ventajas que incluye esta distribución -- son las siguientes:

a) Reducción en la manipulación del material.

b) Reducción en la cantidad de material en proceso, permitiendo la reducción del tiempo de producción (tiempo de proceso) y una inversión menor de materiales.

c) Utilización más efectiva de trabajo:

- Por mayor especialización.

- Por facilidad de entrenamiento.

- Por suministro de mano de obra más amplio (semiespecializado y sin especialización),

d) Control mas sencillo.

- De una producción que produce menos papeleo.

- Sobre obreros, y con menor número de problemas

interdepartamentales, permite una supervisión más fácil.

e) Reducción en la congestión y en la superficie que, en otro caso, habría que destinar a almacenaje y pasillos.

Para poder elegir cualquiera de éstas distribuciones deberemos de tomar en cuenta algunos factores.

Solo utilizaremos la distribución por posición fija o por situación fija del material:

1. Cuando nuestras operaciones de elaborar el material precisen únicamente herramientas manuales o máquinas simples.
2. Cuando estemos fabricando únicamente una o algunas piezas de algún artículo.
3. Cuando el costo del movimiento de la pieza principal sea elevado.
4. Cuando la especialización de la mano de obra resida en la aptitud de nuestros obreros, o cuando deseemos fijar la responsabilidad de la calidad del producto en un obrero.

Llevaremos a cabo la distribución por proceso o por funciones:

1. Cuando nuestra maquinaria es muy costosa y no fácil de mover.
2. Cuando estemos fabricando gran variedad de productos.
3. Cuando hay variaciones amplias en los tiempos que se precisan para diferentes operaciones.
4. Cuando la demanda del producto es pequeña o intermitente.

Por último, utilizaremos la producción en línea o distribución por producto:

1. Cuando tengamos que hacer gran cantidad de piezas o productos.

2. Cuando el diseño de nuestro producto, esté más o menos normalizado.

3. Cuando la demanda del mismo esté completamente estabilizada.

4. Cuando podamos mantener sin dificultad operaciones -- equilibradas y la continuidad en la circulación del material.



### 1.4.3 FACTORES QUE INTERVIENEN PARA ESTABLECER UNA DISTRIBUCION EN PLANTA

Los factores que intervienen en cualquier distribución - los podemos descomponer en 8 grupos, los cuales son:

- Factor Material
- Factor Maquinaria
- Factor Hombre
- Factor Movimiento
- Factor Espera
- Factor Servicios
- Factor Edificios
- Factor Cambios

Cada uno de estos grupos se puede descomponer en cierto número de aspectos y consideraciones, a continuación se dan a conocer los factores físicos que intervienen en nuestra distribución y las consideraciones que pueden afectarla.

#### 1.4.3.1 FACTOR MATERIAL

En este caso el material que interviene en nuestro proceso es el siguiente:

a) Materia Prima.- Es fundición de acero al carbón para cuerpos, bonetes y yugos en medidas de 8 a 12 pulgadas en 150 y - 300 libras, y 4 a 6 en 600, 900 y 1500 libras.

El tipo de acero es ASTM A 216 GRADO WCB.



trol de calidad, éstas reparaciones se pueden hacer con soldadura para posteriormente pasar a proceso.

- g) Trozos, recortes, virutas y desperdicios.- A cada línea de maquinado se le asignan recipientes para depositar sus desperdicios (virutas o rebabas) para concentrarlas y ser vendidas posteriormente con el resto del material sobrante.
- h) Material de mantenimiento, taller de herramientas y otros servicios.- Todo el material que es utilizado por el área de mantenimiento junto con el material que es consumido por la planta, es controlado por el almacén de herramienta.

#### 1.4.3.2 FACTOR MAQUINARIA

##### a) Máquinas de producción.

Las máquinas utilizadas por producción en esta línea son:

No. de máquina	Descripción
208	Torno Vertical Bullard.
206	Soldadura Arco Mig Champion.
205	Torno Vertical. WMW.
203	Torno revólver. Potter & Johnston.
202	Torno revólver. Warner & Swasey 4A.
201	Torno revólver. Gisholt 3L.
209	Mandrinadora de 3 Cabezales. Miles.
210	Probadora de cuerpos. S.I.E.
211	Taladro múltiple. Natco
212	Taladro múltiple. Barnes.
214	Taladro Radial. American.

215	Torno Revólver. Gisholt 5L.
218	Torno Vertical. Schless.
216	Torno Revólver. Potter & Johnston.
221	Mesa de Spot Face. S/M.
222	Mesa de Spot Face. S/M.
223	Torno Revólver. Libby.

b) Equipo de Soldadura de Unión.

En esta línea hay soldadoras manuales para llevar a cabo - la unión del cuerpo con el anillo.

c) Herramientas fijas, dispositivos, matrices, troqueles, - plantillas.

El proceso de maquinado requiere de mover el material, es to se lleva a cabo gracias a grúas de brazo y montacargas, para su facilidad de sujeción y maquinado se han ideado - dispositivos y plantillas los cuales como ya dijimos son - controlados por un mismo almacén.

d) Calibradores, equipo de medición y unidades de prueba.

En esta, como en otras líneas de esta planta se utilizan - herramientas de medición, como verniers, compases de pun- tas para diámetros interiores y exteriores, también se ocu pan dispositivos para checar medidas y tolerancias.

Esta línea también cuenta con una probadora en base a pre- sión para verificar la unión cuerpo-anillo y evitar fallas por poros o fracturas en la soldadura.

### 1.4.3.3 FACTOR PERSONAL

a) Mano de obra directa.

La planta cuenta con una plantilla de personal obrero para cada sección.

b) Supervisión.

Cada sección se encuentra dirigida por una persona que supervisa al personal obrero asignado a su cargo y reporta a un superintendente de nave.

c) Personal indirecto o de actividades auxiliares.

Manipuladores de material.- En esta planta existe personal asignado a los montacargas el cual se encarga del movimiento del material entre los distintos almacenes y producción.

Encargados de almacén.- Para llevar a cabo un buen control de los materiales, se tienen asignados varios almacenes como son: almacén de materia prima, almacén de partes terminadas, almacén de herramientas, almacén de producto terminado, almacén de dispositivos, almacén de rodamientos, almacén de rechazo, almacén de soldadura,

Diseñadores.- Por requerimientos de planta se utiliza el servicio de diseñadores para el desarrollo de herramienta, dispositivos y adaptaciones especiales.

Tomadores de tiempo.- En el control de una producción de ésta naturaleza, se lleva a cabo la toma de tiempo y se determinan lapsos de tiempo para llevar a cabo un período de producción.

Inspectores.- El control de la calidad se lleva a cabo a través del personal encargado de verificar que las piezas maquinadas cumplan con los requerimientos establecidos por las normas internacionales de calidad.

Personal de mantenimiento.- Son todos aquellos mecánicos involucrados en el buen funcionamiento de las máquinas y de los servicios auxiliares que éstas requieren para ser productivas.

Personal de higiene y seguridad.- Para llevar a cabo labores de limpieza y programas de seguridad se tiene personal asignado. Entre otras cosas realizan labores de primeros auxilios, revisiones de equipos de seguridad dentro y fuera de la planta, y campañas de prevención de accidentes.

Personal de oficina de recibo.- Se encarga de llevar el manejo de documentos del material que llega a la planta, ya sea papelería, materia prima, devoluciones, etc.

Personal de oficina de embarques.- Su labor consiste básicamente en coordinar la salida del producto terminado, con su lugar de destino y la documentación necesaria.

Ingenieros de procesos.- Para lograr los mejores resultados en el proceso de maquinado y ensamble de las válvulas, se cuenta con ingenieros de procesos, los cuales coordinan las labores de diseño del producto con su manufactura.

Personal de mano de obra indirecta.- En esta planta se cuenta con varios departamentos auxiliares como son: compras, comercialización, tesorería, contabilidad y relaciones industriales los cuales llevan a cabo labores de apoyo para la planta.

#### 1.4.3.4 FACTOR MOVIMIENTO

Plataformas.- El almacenaje del material dentro de la planta se lleva a cabo a través de plataformas o tarimas.

Grúas.- Para el movimiento del material dentro de la planta, se utilizan grúas ya sea de brazo o de puente.

Montacargas.- Una vez colocado el material en tarimas, éste es movido de un lugar a otro con un montacargas.

#### 1.4.3.5 FACTOR DE ESPERA

Area de material entrante o de recepción.- Todo material que llega a la planta para ser procesado, pasa por recibo para ser inspeccionado, aceptado o rechazado y almacenado en el área correspondiente.

Almacenaje de materia prima.- La materia prima puede ser material comprado que va a ser procesado o material comprado ya procesado para ser ensamblado, y como ya hemos dicho éste material pasa por recibo y una vez inspeccionado es llevado al almacén que le corresponde, que puede ser:

almacén de materia prima de fundición, almacén de materia prima de miscelaneos, almacén de soldaduras, rodamientos y empaques.

Almacenaje en proceso y demoras entre operaciones.- Dentro de una línea se manejan algunas zonas para el almacenaje del material que se encuentra en proceso y que al mismo tiempo se utilizan para detenerlo cuando existen demoras entre una operación y otra.

Area de almacenamiento de material saliente o acabado.- En este tipo de plantas, lo común es mandar el material terminado a un almacén de producto terminado el cual se encarga de surtir directamente a las líneas de ensamble.

Almacenaje de desperdicios, devoluciones, suministros, embalajes, piezas para ser reprocesadas.- Para el mejor control de los desperdicios (como son rebabas y virutas), se concentran en un área de donde son recogidos y llevados fuera de la planta, las devoluciones son reunidas en un área llamada de rechazo, cerca del lugar se reúnen todas las tarimas que no se utilizan, y material que en un momento dado puede ser reprocesado para su uso.

Almacenaje de maquinaria, equipos, herramientas (incluyendo los inactivos).- El equipo y maquinaria por lo regular son utilizados todo el tiempo pero si llegara a existir algún equipo que se dejara inactivo, este es llevado fuera de la planta a otro lugar propiedad de la empresa don-



de se almacena, mientras que la herramienta es almacenada y controlada por el almacén de herramientas donde se recibe y da cuenta del material utilizado.

Teniendose control de la identificación correcta.

#### 1.4.3.6 FACTOR SERVICIOS.

Factores que se relacionan con el personal.

Accesos de personal.

- a) Entrada y salida de la planta.
- b) En el interior de la planta.

Facilidades a los empleados.

- a) Estacionamiento.
- b) Lavabos y servicios higiénicos.
- c) Bastidores de relojes de entrada y tarjetas de reloj.
- d) Tableros de avisos.
- e) Equipo y sala de primeros auxilios.
- f) Facilidades para exámen y tratamiento médico.
- g) Fuentes de agua potable.
- h) Teléfonos.
- i) Comedor.
- j) Servicio de limpieza.
- k) Oficina de personal.
- l) Departamento de nóminas.

Protección de la planta.

- a) Extinguidores.
- b) Salidas de emergencia.

Iluminación.

- a) General.
- b) Orientada.

Oficinas.

- a) Sala de conferencias.
- b) Salón de juntas.

Factores relacionados con el material.

Calidad e Inspección.

- a) Puntos de Inspección o control.
- b) Departamento de aseguramiento de la calidad.
- c) Equipo de prueba.
- d) Laboratorio de control de calidad.

Control de Producción.

- a) Planificación y control.
- b) Lugares de inspección y contado.

Control de desperdicios.

- a) Area de rechazo.
- b) Almacén de rechazo.
- c) Area de desperdicios (virutas, rebabas, etc.).

Factores relativos a la maquinaria.

Para mantenimiento y equipos.

- a) Espacio de acceso a toda la maquinaria para su mantenimiento, reparación y reposición.
- b) Taller de mantenimiento.
- c) Limpieza y reparación de herramientas.
- d) Fabricación de herramientas.

Líneas de distribución de servicios auxiliares.

- a) Conducción de agua, cañerías, desagües, bombas, válvulas.
- b) Energía eléctrica para procesos e iluminación:  
transformadores, subestaciones, líneas, cargas de batería.
- c) Aire comprimido o instalaciones de vacío: compresor, - bombas, equipo, líneas.
- d) Pintura usada en el proceso.
- e) Alcantarillado y distribución de desperdicios.

#### 1.4.3.7 FACTOR EDIFICIOS

Características a considerar.

- a) Edificio de uso general o especial.
- b) Edificio de una o varias plantas.
- c) Forma del edificio.
- d) Sótano o galería.
- e) Ventanas.
- f) Suelos.
- g) Tejados y cielos rasos.
- h) Paredes y columnas.
- i) Ascensores, escaleras y orificios en el suelo.
- j) Áreas cerradas para almacenaje.

#### 1.4.3.8 FACTOR CAMBIOS

Cambios materiales.

- a) Diseño del producto.- A través de documentos, tales como: dibujos, listas de materiales, especificaciones, así, este cambio puede sucederse en el modelo de fundición, en las dimensiones del producto o materias primas.
- b) Demanda.- Este tipo de producto posee una demanda muy variable, por lo que se trabaja bajo pedido, lo que no ocasiona mayores trastornos para producción por el tipo de distribución que se propone.
- c) Variedad de productos.- La gama de productos es tan variable como las combinaciones de diseños, medidas, presiones, materiales, acabados, usos y otros factores que se nos pueden presentar como pedidos especiales, y como ya se mencionó se trabaja bajo pedido por lo que éste problema puede ser manejado apropiadamente.

Cambios en maquinaria.

- a) Procesos o métodos.- Los procesos son propuestos y controlados hasta su implementación en planta por el departamento de Ingeniería de Manufactura el cual también hace la labor de optimización de los mismos.

Cambios que afectan al personal.

- a) Horas de trabajo.- Se manejan períodos constantes, además se pueden rolar turnos, pedir permiso o pagar tiempos.

- b) Cambios de supervisión u organización.
- c) Clasificación de oficios o trabajos.- Esto se hace por medio de categorías que pueden ser desde un ayudante general hasta un maquinista universal.

En resumen, podemos decir que el tipo de distribución - que utilizamos es por proceso, que se caracteriza por agrupamiento de máquinas y servicios de acuerdo con las funciones - comunes para la ejecución de operaciones diversas como soldadura , pintura, mecanografía o embarque. Un arreglo funcional es característico de la producción de un taller y en lotes. Permite una buena flexibilidad y reduce la inversión en máquinas, pero aumenta la manipulación, los requerimientos de espacio, el tiempo de producción y la necesidad de una minuciosa supervisión y planeación.

## CAPITULO II.- FUNDAMENTOS TEORICOS

### II.1 ANALISIS DEL PROCESO

El objetivo de un análisis del proceso es mejorar la secuencia o el contenido de las operaciones que se requieren para completar una tarea. La rutina para este tipo de investigación se basa en gran medida en las técnicas de los diagramas.

Los diagramas encuentran tres áreas principales de utilización en los estudios de un sistema de producción como son: el análisis, el diseño y la presentación.

Considerando las relaciones dependientes de hombres y máquinas, y tomando en cuenta el tipo de distribución que se adoptó del cual ya hemos hablado que se trata de una distribución por proceso la cual se caracteriza por agrupamiento de máquinas y servicios de acuerdo con las funciones comunes para la ejecución de operaciones directas, podemos decir que una buena manera de hacer una representación gráfica para este tipo de relaciones, es a través de los diagramas de proceso hombre-máquina, estos diagramas tienen por objeto analizar un proceso para desarrollar un balance del tiempo ocioso para los hombres y máquinas. Las actividades relacionadas de hombres y las máquinas se hallan frecuentemente sobre una base intermitente; se requiere de una secuencia de la actividad del trabajador a fin de preparar la máquina para su operación la máquina tiene establecido un tiempo de funcionamiento para

producir un producto terminado; luego se necesitan más actividades para sacar el producto y prepararse para la corrida siguiente.

Algo que puede llegar a suceder, es que existan largos - períodos de funcionamiento, por lo que un operador puede atender a varias máquinas; recíprocamente, una relación baja del tiempo de funcionamiento al tiempo de preparación indica que puede necesitarse una cuadrilla de obreros. Un criterio para determinar el tamaño del grupo se basa en la contribución por pieza producida: la diferencia entre el valor de la pieza y - la suma del costo de la máquina, y la mano de obra para producción.

En capítulos posteriores se hará uso de estos diagramas como base para tomar una decisión del equipo que requeriremos, o como distribuiremos la carga de trabajo con el equipo que - tenemos.

## 11.2 PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Un pronóstico es un cálculo de la actividad futura. Puede ser la predicción sobre la aceptación de un nuevo producto, de los cambios en la demanda, u otras condiciones que influyan directamente en la planeación de la producción.

Algunas de las decisiones que se basan en los pronósticos de ventas son:

- Volumen de la producción y nivel de inventarios.
- Distribución presupuestal del capital, y la política de precios.
- Desarrollo de productos y expansión de la planta.

### 11.2.1 DATOS HISTORICOS

Basarnos en la demanda que un producto ha tenido con anterioridad para estimar la actividad futura, es uno de los métodos de pronóstico más utilizados y veraces de que se dispone. Su ventaja es la de ser objetivo y cuantificable, pero si las condiciones económicas que prevalecen en el mercado ya no son operantes, puede fallar. Es por esto que el juicio permanece como un componente necesario para cualquier método de pronóstico.



## 11.2.2 METODO DE CALCULO

Estableciendo la suposición fundamental de que tenemos datos representativos, podemos proceder a la selección de un método para convertirlos en un pronóstico.

Algunos métodos de pronóstico son muy elaborados y requieren una considerable habilidad matemática. Otros son del tipo de reglas sencillas y desarrollan una predicción empleando simple aritmética.

A continuación mencionaremos brevemente algunos de los métodos de cálculo de pronóstico que existen y en qué circunstancias se pueden aplicar, para posteriormente utilizar alguno de ellos en el pronóstico de la demanda de nuestro producto.

### 11.2.2.1 MINIMOS CUADRADOS

En una gráfica siempre que los puntos de los datos parecen seguir una línea recta, podemos emplear el método de mínimos cuadrados para determinar la recta de mejor ajuste. Esta es la que más se aproxima a pasar por todos los puntos. Otra manera de expresar lo mismo es que la recta deseada minimiza las diferencias entre esta y cada uno de los puntos. Esta última explicación da lugar al origen del nombre para el método de mínimos cuadrados; da la ecuación de una recta para la cual la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores reales y los valores de esta línea es un

mínimo. Otra propiedad de la recta, es que la suma de dichas distancias verticales es igual a cero.

Una línea recta está definida por la ecuación  $Y=a+bX$ . Para un análisis por serie temporal,  $Y$  es un valor pronosticado en un punto del tiempo,  $X$ , medido en incrementos tales como años a partir de un punto base. Nuestro objetivo es determinar  $a$ , el valor de  $Y$  en el punto base, y  $b$ , la pendiente de la recta.

Se emplean dos ecuaciones para determinar  $a$  y  $b$ , la primera se obtiene si se multiplica la ecuación de la recta por el coeficiente de  $a$  y después se suman los términos. Con el coeficiente de " $a$ " igual a "1" y  $N$  como el número de puntos, la ecuación se convierte en:

$$\sum Y = Na + b\sum X$$

La segunda ecuación se desarrolla en una forma semejante, el coeficiente de  $b$  es  $X$ . Después de multiplicar cada término por  $X$  y sumando todos los términos, tenemos:

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2$$

Las dos ecuaciones así obtenidas, se llaman ecuaciones normales.

Las cuatro sumas requeridas para resolver las ecuaciones,  $\sum Y$ ,  $\sum X$ ,  $\sum XY$ , y  $\sum X^2$ , se obtienen por medio de un método tabular.

Podemos simplificar los cálculos seleccionando cuidadosamente el punto base. Debido a que X es igual al número de periodos a partir del punto base, se selecciona un punto base medio en la serie temporal, conforme la base hace que  $\sum X$  sea igual a cero. Los números más pequeños resultantes de un punto base centrado, hacen que otros productos y sumas requeridas sean más fáciles de manipular. Después de que se obtienen las cuatro sumas, se sustituyen en las ecuaciones normales y se calculan los valores de "a" y "b". Entonces, éstos valores se sustituyen en la ecuación de la recta para completar la fórmula del pronóstico:

$$Y_f = a + bX.$$

#### 11.2.2.2 EXPONENCIAL

Algunas veces, una curva suave suministra un mejor ajuste para los datos que una línea recta. Una curva suave implica un crecimiento o disminución porcentual uniforme en lugar del incremento o decremento constantes ejemplificados por una recta. La ecuación para una curva puede tomar la forma exponencial,  $Y = ab^X$ , la cual indica que Y varía con la tasa constante "b" en cada periodo.

Podemos determinar los valores para "a" y "b" por medio del método de mínimos cuadrados si convertimos la ecuación exponencial a su forma logarítmica:

$$\log Y = \log a + X \log b.$$

La versión logarítmica se indica como una recta en papel semilogarítmico; la escala "y" es logarítmica y la escala X - es aritmética. En ésta forma, las ecuaciones normales

$$\sum (\log Y) = N (\log a) + \sum X (\log b)$$

$$\sum (X \log Y) = \sum X (\log a) + \sum X^2 (\log b)$$

pueden resolverse formando una tabla para establecer  $\Sigma(\log Y)$ ,  $\Sigma X$ ,  $\Sigma(X \log Y)$  y  $\Sigma X^2$ . Cuando el punto base se escoge para hacer  $\Sigma X=0$ , la solución se reduce a calcular

$$\log a = \frac{\Sigma(\log Y)}{N} \quad \text{y} \quad \log b = \frac{\Sigma(X \log Y)}{\Sigma X^2}$$

Después de resolver las ecuaciones anteriores, o resolviendo simultáneamente las ecuaciones normales cuando  $\Sigma X$  no es igual a cero, la ecuación exponencial se establece tomando los antilogaritmos de "a" y "b".

### 11.2.2.3 PROMEDIO SIMPLE

Cuando "b" en la ecuación de la recta  $Y=a+bX$  es igual a cero, la recta es horizontal. El pronóstico para el siguiente período se convierte entonces en el promedio simple de todos los valores de Y hasta la fecha:

$$Y_F = \frac{\Sigma Y}{N}$$

El cálculo de un promedio simple para el pronóstico de tendencia es entonces un caso especial del método de mínimos cuadrados.

Los cálculos del valor promedio se asocian más a menudo con variaciones estacionales que tienen lugar dentro de una tendencia general. Por definición, las variaciones de las temporadas están limitadas a fluctuaciones durante un solo

año. Por tanto debemos recoger datos para varios períodos dentro del año a fin de determinar los patrones de las temporadas. Los registros mensuales o trimestrales son los más comunes. Cuando se dispone de datos que cubren un número sustancial de años, la media aritmética de cada período dentro de un año tiende a amortiguar o promediar los efectos cíclicos entre los años.

Después de ordenar los datos de acuerdo con trimestres, meses o cualesquiera incrementos temporales que sean apropiados, los valores  $Y$  representativos de cada período se totalizan, y la suma se divide entre el número de años,  $N$ . La medida resultante para cada período es la estimación para el próximo período si la tendencia incremental tiene efectos que no son pronunciados. Cuando la tendencia es significativa, el promedio simple puede corregirse para un crecimiento o disminución general.

Un patrón de fluctuaciones de las temporadas a menudo permanece relativamente constante, aún cuando la tendencia pueda aumentar o disminuir. El patrón puede definirse fácilmente dividiendo el promedio simple de cada período entre la suma de los promedios. La cifra resultante es una estimación porcentual de la magnitud de la actividad esperada durante cada período. Este índice de temporadas se convierte en ventas u otras unidades de demanda multiplicando el porcentaje del período por el pronóstico de la tendencia anual.

#### 11.2.2.4 EL PROMEDIO MOVIBLE

Un pronóstico de promedio móvil se obtiene sumando los datos acerca de un número deseado de períodos pasados. Este número por regla general abarca un año, a fin de atenuar las variaciones de las temporadas. La atenuación resulta porque los valores altos y bajos durante un año tienden a anularse.

Extendiéndolo para que incluya más períodos, se aumenta el efecto de atenuación, pero se disminuye la sensibilidad de los pronósticos a datos más recientes.

Un promedio móvil se distingue de un promedio simple por la condición de los cálculos consecutivos; cada promedio se mueve hacia adelante en el tiempo a fin de incluir una observación más reciente, eliminando al mismo tiempo el dato más antiguo. Si un promedio móvil dado, de 12 meses, es la demanda promedio para enero de 1986 hasta diciembre del mismo año, el siguiente incluye las demandas para febrero de 1986 hasta enero de 1987. En el primer caso, representa la demanda a medio año; en el último caso, representa la demanda para el 30 de julio o el 1° de agosto. Un promedio de los dos valores, centraría la demanda en julio.

Un promedio móvil calculado para cierto número de datos según las observaciones más recientes, rara vez es un buen pronóstico para el siguiente período, salvo que el patrón de datos sea relativamente constante.

Un índice de temporada referido al promedio móvil mejora el pronóstico. Un valor del índice se calcula dividiendo la demanda real entre el promedio móvil centrado para ese período. Un índice más confiable se obtiene promediando varios valores del índice para períodos comunes. El pronóstico es, por tanto, el producto del promedio móvil centrado más reciente para un período y el valor del índice para ese período.

#### 11.2.2.5 ATENUACION EXPONENCIAL

Cualquier método cuantitativo de pronóstico sirve para atenuar las fluctuaciones en un patrón de demanda. En la atenuación exponencial controlamos la característica de atenuación agregando un factor, la constante de atenuación llamada alfa ( $\alpha$ ), la cual pone mayor énfasis a las demandas recientes. Aunque la atenuación exponencial puede aplicarse a cualquier técnica de pronóstico en serie de tiempo, lo examinaremos en relación con los promedios.

Un pronóstico que emplea la atenuación exponencial resulta de la ecuación

$$F_n = \alpha Y_{n-1} + (1-\alpha) F_{n-1}$$

la cual puede ordenarse en la forma siguiente:

$$F_n = F_{n-1} + \alpha (Y_{n-1} - F_{n-1})$$

en donde



- $F_n$  = pronóstico para el período siguiente,  
 $F_{n-1}$  = pronóstico para el período anterior,  
 $\alpha$  = constante de atenuación ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ),  
 $Y_{n-1}$  = valor real para el período anterior,

En esta forma, un pronóstico atenuado es igual al pronóstico anterior atenuado más cierta fracción  $\alpha$  de la diferencia entre los valores pronosticados y los reales durante el período anterior. De acuerdo con esta descripción, resulta claro que debemos determinar un pronóstico anterior y el valor de  $\alpha$  antes de poder hacer un nuevo pronóstico.

Cuando están disponibles los datos pasados, el valor inicial,  $F_{n-1}$  puede ser un promedio simple de observaciones  $N$  - más recientes. Decidir sobre el número de datos que se deben emplear tiene la misma implicación que la considerada para los promedios móviles; cuando  $N$  es grande, la estimación es muy estable, pero no refleja los cambios más recientes del patrón. Si no se dispone de datos,  $F_{n-1}$  se desarrolla partiendo de opiniones respecto a lo que se supone que el proceso debe hacer.

El razonamiento para escoger un valor de  $\alpha$  también es semejante al empleado para escoger el número de períodos en un promedio móvil,  $N$ . En general,  $\alpha$  es algún valor entre 0.1 y 0.3. La respuesta a un patrón variable mejora con constantes de atenuación mayores, exactamente como ocurre con valores más pequeños de  $N$ . Esta respuesta rápida se adquiere a -

expensas de la habilidad para suavizar las fluctuaciones al azar. La relación entre  $\alpha$  y  $N$  que emplea la misma duración para el promedio al aplicarse a los datos es  $\alpha = 2/(N+1)$ . Por tanto, si tenemos una razón para estar satisfechos con un cierto valor de  $N$ , podemos calcular con facilidad un valor de  $\alpha$  que nos dé resultados equivalentes.

Se puede observar que la atenuación exponencial es simplemente un promedio ponderado siguiendo una serie de pronósticos. Si llamamos al primer pronóstico  $F_0$  y los pronósticos subsecuentes están indicados por  $F_1, F_2$ , etc., una serie de predicciones sería la siguiente:

$$\text{Perfodo 1: } F_1 = \alpha Y_0 + (1-\alpha) F_0$$

$$\begin{aligned} \text{Perfodo 2: } F_2 &= \alpha Y_1 + (1-\alpha) F_1 \\ &= \alpha Y_1 + (1-\alpha) (\alpha Y_0 + (1-\alpha) F_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perfodo 3: } F_3 &= \alpha Y_2 + (1-\alpha) F_2 \\ &= \alpha Y_2 + \alpha(1-\alpha) Y_1 + (1-\alpha)^2 \\ &\quad (\alpha Y_0 + (1-\alpha) F_0) \end{aligned}$$

o, en general,

$$\begin{aligned} F_n &= \alpha Y_{n-1} + (1-\alpha) F_{n-1} \\ &= \alpha Y_{n-1} + \alpha(1-\alpha) Y_{n-2} + \alpha(1-\alpha)^2 Y_{n-3} + \dots \\ &\quad \dots + (1-\alpha)^n Y_{n-n} \end{aligned}$$

en donde

$F_n$  = pronóstico para el período  $n$ .  
 $y$  = datos históricos.  
 $y_{n-n}$  = pronóstico inicial  
=  $F_0$

La función anterior es una combinación lineal de todos los datos anteriores ponderados de acuerdo con la constante de atenuación  $\alpha$ . Si  $\alpha=0$ , no se incluyen datos desde el pronóstico inicial. Cuando  $\alpha=1$ , el pronóstico siguiente es el mismo que el valor real más reciente.

#### 11.2.2.6 COMPARACION Y CONTROL DE LOS PRONOSTICOS POR SERIE DE TIEMPO

Se han considerado dos tipos básicos de métodos de pronóstico. Las ecuaciones por ajustes de línea recta suministran un medio para extrapolar pronósticos a varios períodos en el futuro. Los procedimientos iterativos se basan en datos oportunos para hacer el pronóstico siguiente.

Métodos por ajuste de línea recta. El punto hasta el cual una ecuación se ajusta a una tendencia se valora por medio del error estándar de la estimación,  $S_y$ . Esta medida de la dispersión de los datos reales alrededor de la línea de los puntos pronosticados se calcula como

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_f)^2}{U}}$$

en donde

$Y$  = datos históricos.

$Y_f$  = ajuste calculado o puntos pronosticados.

$U$  = número de grados de libertad.

Antes de que se intente emplear  $s_y$ , deben evaluarse las suposiciones incluidas en los cálculos. Primero estamos suponiendo que el valor pronosticado  $Y_f$  es la media de todas las observaciones,  $Y$  asociadas a un determinado punto en el tiempo,  $X$ . Luego, suponemos que los valores  $Y$  asociados con cada  $X$  tiene la misma distribución y variancias iguales, el significado de estas condiciones será más patente cuando consideremos en este cálculo el análisis de correlación.

Nuestra estimación de la variancia verdadera ( $\sigma^2$ ) es  $s_y^2$ . Mientras más observaciones hagamos, mejor será nuestra apreciación. Cuando el número es alrededor de 30, suponemos que los valores de  $Y$  están distribuidos normalmente. Bajo esta suposición, esperamos que el 95% de las observaciones caigan entre más o menos dos errores estándar de la media,  $Y_f \pm 2s_y$ . Con la distribución  $t$ , de Student es más representativa de nuestros datos. Esta suposición amplía la banda que contiene el 95% de las observaciones. Por ejemplo, si una predicción de línea recta inclinada está basada en 13 observaciones, emplearía 11 grados de libertad en el cálculo de  $s_y$ ; a partir

de la tabla de distribución t de Student, encontramos que la banda de 95% es  $Y_F \pm 2.2 S_y$  unidades en amplitud.

El error estándar de la estimación proporciona una medida razonable de la relación de la línea ajustada a los datos pasados. Por sí misma, no mide confiablemente que tan bien se ajustará a la línea en el futuro. Hay que usar el buen criterio. Para hacer más fácil la aplicación del criterio, podemos graficar los datos existentes y los nuevos. El patrón resultante, interpretado con respecto a los límites de control del error común, proporciona una clave para encontrar el valor sostenido de la ecuación del pronóstico.

La moderna planeación de la producción depende grandemente de los pronósticos de la demanda o la actividad. Pueden desarrollarse pronósticos a partir de las opiniones de los consumidores, clientes, distribuidores y ejecutivos; por medio de pruebas e investigación del mercado, o por medio del análisis de los datos históricos.

Las líneas de tendencia de mejor ajuste, ya sean rectas o curvas, pueden desarrollarse por medio del método de los mínimos cuadrados. La ecuación resultante de la línea se extrapola para estimar la demanda futura. Un promedio simple o un pronóstico de promedio móvil corregido por un índice de la temporada, amortigua las fluctuaciones de ésta para indicar la actividad futura.

La selección de los métodos de pronósticos entre el ajuste de línea y los iterativos, depende del tipo y de la cantidad de datos disponibles, análisis de costo permisible y la exactitud deseada en la predicción.

CAPITULO III.- ALTERNATIVAS DE EQUIPO Y MAQUINARIA

III.1 DETERMINACION DE LA DEMANDA

Para llevar a cabo la determinación de la demanda, utilizaremos el método de mínimos cuadrados, y para ello comenzaremos con examinar los datos que se nos presentan en la tabla - III.1, en ella se nos muestran los pedidos que se programaron en los años de 1983, 1984 y 1985, por mes y en toneladas.

	TONELADAS		
	1983	1984	1985
ENE	63.44	76.44	100.40
FEB	70.45	89.91	99.98
MAR	64.32	80.40	121.62
ABR	70.40	74.25	107.35
MAY	59.81	87.25	90.10
JUN	70.03	84.00	96.32
JUL	89.10	88.14	89.75
AGO	69.78	72.63	62.43
SEP	49.32	75.40	95.32
OCT	73.26	82.62	102.64
NOV	60.50	47.87	60.43
DIC	72.24	97.15	130.49
TOTAL	812.65	956.06	1156.83

Tabla III.1 Pedidos programados en toneladas para los años de 1983, 1984 y 1985.

En la siguiente figura se muestra la tendencia de las ventas en esos años.

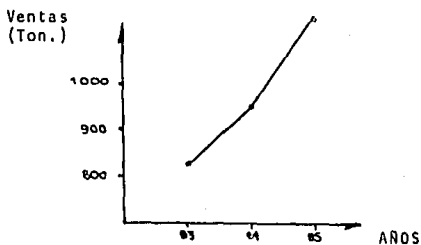


Figura III.1 Patron de las ventas durante los años de 1983, 1984 y 1985.

Basandonos en los datos anteriores y planteando las ecuaciones:

$$\Sigma Y = Na + b \Sigma X \quad \text{---( 1 )}$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad \text{---( 2 )}$$

donde:

Y = es el valor pronosticado en un punto del tiempo  
(como por ejemplo 1986)

X = es el incremento medido desde un punto base  
(como por ejemplo 1984)

nuestro objetivo será determinar a, el valor de Y en el punto base, y b, la pendiente de la recta.



En la siguiente tabla se muestran los datos necesarios para hacerlo.

ANO	Y	X	X <sup>2</sup>	XY
1983	812.65	-1	1	-812.65
1984	956.064	0	0	0 Punto base
1985	1156.83	1	1	1156.83
TOTALES	2925.54	0	2	344.18

Tabla III.2 Datos necesarios para la resolución del sistema de ecuaciones.

Sustituyendo en las ecuaciones (1) y (2) los datos de la tabla III.2, tenemos:

$$2925.54 = 3a + 0b \quad \text{---(1)}$$

$$344.18 = 0a + 2b \quad \text{---(2)}$$

$$\text{Despejando de (1)} \quad a = \frac{2925.54}{3} = 975.18$$

$$\text{Despejando de (2)} \quad b = \frac{344.18}{2} = 172.09$$

Sustituyendo éstos valores en la ecuación de la recta

$$Y = 975.18 + 172.09 X$$

Haciendo  $X = 2$  y determinando  $Y$  para el año de 1986, tenemos que:

$$Y_{1986} = 975.18 + 172.09 (2) = 1319.36$$

### III.2 OBTENCION DEL PORCENTAJE DE MEZCLAS

Para poder llevar a cabo un mejor pronóstico de la demanda y determinar qué cantidad o porcentaje del total de válvulas vamos a manejar, se tomará como base el año de 1985 a través de la cantidad de válvulas programadas al mes, durante el transcurso del año, y por medida, podemos obtener la tabla III.3.

En base a la tabla III.3 podemos elaborar la tabla III.4 donde se muestran las mismas medidas, el peso en toneladas - que se le asigna a cada válvula y la cantidad total que se programa en ese año, y por último el peso total por medida y dividiéndolo entre el peso total de ese año, el por ciento de mezcla a fabricar de cada medida.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT.
8-150	35	49	126	94	126	82	100	132	68	73	--	--	885
10-150	76	97	61	8	6	73	50	55	60	--	55	--	541
12-150	41	59	53	19	6	87	--	22	67	1	--	71	426
8-300	33	1	101	4	--	56	38	1	5	51	--	--	290
10-300	27	2	11	22	42	17	--	25	54	--	13	17	230
12-300	25	3	5	14	12	--	--	51	31	14	--	--	155
4-600	26	--	--	1	--	2	33	--	--	57	--	19	138
6-600	2	--	--	--	--	2	29	--	70	--	26	26	155
4-900	--	4	--	--	--	--	--	--	--	9	--	--	13
6-900	--	--	--	3	--	2	--	--	11	--	--	--	16
4-1500	4	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	6
6-1500	4	--	--	8	--	--	--	--	--	--	--	--	12

Tabla III.3 Pedidos programados para el año de 1985 por mes de cada uno de las medidas que se muestran.

MEDIDAS	PESO POR VALVULA (toneladas)	CANTIDAD (unidades)	PESO TOTAL POR MEDIDA (toneladas)	% MEZCLA
8-150	0.146	885	129.21	0.116
10-150	0.187	541	541.18	0.488
12-150	0.290	426	123.54	0.111
8-300	0.245	290	71.05	0.064
10-300	0.343	230	78.89	0.071
12-300	0.492	155	76.26	0.069
4-600	0.141	138	19.46	0.018
6-600	0.312	155	48.36	0.044
4-900	0.251	13	3.26	0.003
6-900	0.489	16	7.82	0.007
4-1500	0.336	6	2.02	0.002
6-1500	0.138	<u>12</u>	<u>8.86</u>	0.008
		2867	1109.92	

Tabla III.4 Tabla comparativa del % de mezcla durante el año de 1985.

### III.3 CALCULO DE LA CAPACIDAD ACTUAL

#### III.3.1 UN MEDIO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE PLANTA

En la operación de una empresa manufacturera o negociación Industrial es básico que se tengan estándares de tiempo. El tiempo es denominador común para todos los elementos de costos. De hecho, todo mundo emplea estándares de tiempo, - prácticamente para todo lo que hace o quiere que otro realice. Todo empleado al levantarse por la mañana se asignará - un cierto tiempo (por ejemplo, una hora) para bañarse, afeitarse, vestirse, tomar el desayuno y salir al trabajo. Esto es ciertamente un estándar de tiempo que influye en el número de horas dedicadas a dormir. Un juego de futbol soccer, por ejemplo, requiere no más de 90 minutos como tiempo normal de juego.

Por medio de estándares de tiempo, no solo es posible - determinar la capacidad de una máquina, sino también de un departamento y de una planta. Es cosa de simple cálculo aritmético estimar el potencial del producto una vez que se conoce el tiempo de trabajo disponible de una instalación y el tiempo necesario para producir una unidad o fabricar un producto.

### 111.3.2. COMO SE DETERMINO LA CAPACIDAD ACTUAL

Para determinar la capacidad actual de esta sección se hizo de la siguiente manera:

1. Determinar el número de horas al año que se ocupa una máquina para todas las medidas y todas sus operaciones por pieza (cuerpo, bonete y yugo).

Para lograr esto, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- a) Dividiendo por pieza, medida, operación y el estándar en horas por pieza que será multiplicado por el número de válvulas que se programaron para el año 1985 que se muestra en la tabla 111.4, se obtuvieron las horas invertidas en cada operación.
- b) Volviendo a dividir por pieza, pero ahora por máquina, operación y medida y sumando las horas invertidas en cada operación se obtuvo el total de horas utilizadas en cada máquina por pieza.

2. Se suma el total de horas de cada máquina.

3. Se determina un tiempo estándar por año que sería:

$TPO. STD. \text{ por año} = 22 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses} \times 7.75 \text{ horas}$

De aquí obtenemos que:

para un turno son : 2046 Hrs.

para dos turnos son : 4092 Hrs.

y para tres turnos son: 6138 Hrs.

y contra estas cantidades se compara el Total de horas para así obtener el Número de Turnos.

OBSERV.	NO. DE MAQUINA	CUERPO	BONETE	YUGO	TOTAL	NO. DE TURNOS
	208	3148	----	----	3148	2
	206	4016	----	----	4016	2
	205	----	2992	----	2992	2
	202	4617	----	----	4647	3
	201	2724	----	----	2724	2
	209	910	----	----	910	1
	221	3000	1000	750	4750	3
	210	480	----	----	480	1
excedido	211	6911	979	----	7890	4
	222	1500	750	----	2250	2
excedido	212	5397	2350	----	7747	4
	214	----	2000	1500	3500	2
	215	----	124	4018	4142	3
	218	2526	----	----	2526	2
excedido	216	7000	----	----	7000	4
	223	----	----	1215	1215	1

Tabla III.5 Capacidad de máquinas utilizadas actualmente.

### III.4 SELECCION DE NUEVO EQUIPO

#### III.4.1 DE DONDE SURGE LA NECESIDAD DE UN ESTUDIO DE RENOVACION

En la mayoría de las empresas trabajan para obtener beneficios, aunque pueden tener otros objetivos a parte de esto. La mayoría cuenta también con un plan de trabajo para largo tiempo, es decir; que planean una actuación indefinida para el futuro y, posiblemente, su desarrollo. A pesar de estos objetivos, muchas empresas fijan poco su atención en los procedimientos básicos mediante los cuales podrían alcanzar estas metas. Estos procedimientos o medios son: edificios, maquinaria y otros valores del capital activo que emplean en la fabricación o elaboración de sus productos y que hacen posible la obtención de beneficios.

Algunas de las mejores informaciones conocidas, expresando las consecuencias del demasiado poco y demasiado tarde, de cara a la obtención de ingresos y beneficios las encontramos en países altamente industrializados como la Gran Bretaña.

En los Estados Unidos las empresas pueden tener del 10% al 90% de su capital total en edificios y equipos. Tanto desde el punto de vista del accionista como del director, todos los extremos deben merecer un cuidado especial. Para el accionista, la protección de su capital de origen, así como la continuidad de sus beneficios, son de extrema importancia;



para el director, lo son la conservación de su cargo y el orgullo de resistir los ataques de la competencia.

Este problema es de particular interés en la industria americana. Parece existir cierta tendencia hacia una abierta y ancha competencia con los productores extranjeros. Muchos de éstos últimos han construido plantas nuevas y se han equipado con los últimos adelantos en máquinas automáticas - de gran variedad y herramientas .

Con equipos ventajosos y bajos precios de costo se acentúa la competencia. Es verdad que los fabricantes americanos han comprado en cantidad mejores equipos. También es verdad que las estadísticas de maquinaria y equipos indican que los mismos están anticuados en su mayoría, con 15 años de atraso como mínimo.

Solamente un pequeño porcentaje de fabricantes se han planteado de una manera sistemática el reconocimiento de la necesidad de hacer algo sobre este problema. Hay, sin embargo una tendencia definida a hacer frente al problema de una manera real y emprender una acción sistemática hacia su resolución. Las empresas están puntualizando su actual situación, estableciendo programas gufa para la actuación de la dirección y sustituyendo por un programa de acción las antiguas apreciaciones intuitivas momentáneas.

111.4.2      PROBLEMAS QUE PUEDEN SURGIR EN  
LA RENOVACION DE LA MAQUINARIA

El problema de la dirección, en los estudios de renovación consiste esencialmente en la elección de un plan de acción entre dos o más variantes. Esto parece sencillo si consideramos los factores que intervienen.

He aquí algunas ideas que pueden acudir al pensamiento del director cuando ha de decidir lo que puede hacer:

1. Tengo que gastar dinero de la empresa. Si pongo en marcha una decisión mediocre, ¿seré más censurado que si dejo las cosas como estaban?

2. ¿He considerado todas las variantes buenas o hay alguna mejor que no ha sido presentada?

3. Muchas de las cifras que me han sido presentadas están basadas en consideraciones futuras. ¿Sucederán las cosas de esta forma o surgirá cualquier cambio que varíe la situación?

4. ¿Podrán los procedimientos elegidos o la maquinaria hacer lo que se reclama, y son los ahorros previstos una posibilidad real?

5. ¿Se presentará, durante un año aproximadamente, otra variante, o por causa de mi decisión convertiré en malo lo que hoy aparece como bueno?

Pueden surgir ideas entorpecedoras, pero con lo dicho es suficiente para ver que muchos problemas humanos interfieren a los técnicos. El temor de error en lo desconocido -el futuro- es la piedra base de tropiezo.

El hecho de que existen estas maneras de pensar, sumado al hecho de que son muchos los factores que intervienen en el complicado problema de la renovación, basado en estimaciones o supuestos y no en fórmula o expresiones precisas, ha motivado que muchos directores se asusten ante los estudios sistemáticos. Dicen: "Puesto que hay tantas variables y tantos tanteos, ¿por que gastar tiempo en estudios cuidadosos? Es mejor que emplee mi larga experiencia e intuición.

Aquí es donde su lógica falla. Por el hecho de que estas decisiones sean complicadas, es por lo que requieren un estudio sistemático y el empleo de todos los medios posibles. La más brillante intuición y larga experiencia son insuficientes para apreciar todos los factores en su justo valor. Esto no minimiza el valor ni la necesidad de emplear un juicio astuto. Deben obtenerse todos los factores o consideraciones posibles, sazonados con las apreciaciones y juicios necesarios y empleados oportunamente.

### III.4.3 COMO SE REALIZAN LOS PROCEDIMIENTOS EFFECTIVOS DE RENOVACION.

El primer (y probablemente más importante) paso hacia una efectiva consideración de los problemas de renovación es obtener, simplemente, el reconocimiento por parte de la alta dirección de que el problema existe y de que ha de ser tratado sobre una base sistemática. Es cierto, además, que el problema varía desde una insignificancia hasta una cuestión de máxima importancia, habida cuenta de los diversos tipos y volúmenes de empresas. Lo importante es, después de reconocer la existencia del problema, la previsión de los medios necesarios para solucionarlo en cada caso.

El reconocimiento y tratamiento de los problemas de renovación ha beneficiado ya ampliamente a muchas empresas.

He aquí algunas de las ventajas conseguidas:

1. Reducción de los costos de conservación.
2. Reducción de los costos de producción, salvando la competencia.
3. Reducción de pérdidas por chatarra o retoques.
4. Reducción de demoras y tiempos perdidos.
5. Aumento del entusiasmo y moral de supervisores y obreros, de lo que resulta una reducción del costo de producción y una mejora de las relaciones humanas.

Algunas de éstas ventajas vienen directamente de una mejora en la maquinaria, mientras que otras provienen de la in-

formación recopilada y aplicada como resultados de una aproximación sistemática a la solución del problema.

Hay tres factores esenciales para el éxito en el tratamiento del problema de renovación.

1. Debe haber establecida una política clara para guiar de las personas que llevan a cabo los estudios detallados.
2. El problema de la renovación debe estar reconocido en la organización, con determinación de responsabilidades y deberes.
3. Debe ser establecido y empleado un procedimiento sistemático para la solución de problemas específicos.

El mayor fallo que desde el punto de vista de organización tienen los estudios de los problemas de renovación, no es que la función esté mal situada, sino que no está en ningún sitio. Demasiadas empresas han intentado convertir este problema en asunto de todos y han acabado convirtiéndolo en asunto de nadie.

La situación de esta función en una empresa determinada depende de la naturaleza de la empresa y de la habilidad del personal disponible para el trabajo. Los estudios buenos de renovación resultan de un trabajo de equipo, reunido por varios departamentos, aunque la responsabilidad básica debe centralizarse en un sólo puesto. Es necesario para que el asunto marche, que los departamentos de mantenimiento, inge-

nería Industrial, control de producción y administración tra**ba**jen en conjunto. En lugar de insistir en controversias y - aspectos teóricos sobre dónde estar emplazada esta función bá**s**ica en la organización, es mejor considerar qué es necesario hacer para obtener los mejores resultados.

Si se tiene una información correcta, si tenemos a mano personal competente y si existe una clara definición de donde reside la responsabilidad básica, se podrán obtener buenos re**s**ultados.

A continuación se mencionan algunos departamentos y el - papel que desempeña cada uno de ellos en la renovación de ma**q**uinaria.

Departamento de Producción.- Personal directivo, super**v**isores y, en algunos casos, personal obrero, participan en - los estudios de renovación. Este personal será el usuario - del equipo industrial y de las facilidades operativas que se obtendrán. Está familiarizado con todos los problemas opera**t**ivos, de manera que puede encargarse de ellos fácilmente. Sabe lo que marchó mal en el pasado. Su experiencia puede - ser una ayuda considerable para evitar fallos pasados y señ**al**ar mejores condiciones operativas para el futuro. Tambi**én** - es verdad que alguno de ellos puede generar ideas basadas en prejuicios, caprichos y fantasías; pero todo ello puede ser aislado de la abundancia de buena información que proporcio**nan**.

Departamento de Mantenimiento.- Cualquier estudio de esta clase necesita información respecto al tipo, costo y frecuencia de conservación y reparación de las máquinas antiguas y de las nuevas propuestas. Un departamento vigilante, respaldado con experiencia adecuada sobre la maquinaria y otras ventajas existentes, puede ser una gran ayuda. Los informes sobre pasadas experiencias son tan valiosos en cuanto a pronósticos de costos, como en cuanto a la vida de servicio de las máquinas.

De igual importancia, así mismo, es su habilidad en hacer sugerencias sobre lo que se espera reducir en el costo de recambios y piezas de conservación en almacén, de acuerdo con la normalización, y ayuda también a reducir pérdidas causadas por un proyecto defectuoso o inadecuado.

Departamento Administrativo.- El departamento administrativo o de contabilidad debe suministrar información sobre los precios de costo o sobre las cargas financieras, impuestos, tipos de interés y distribución de gastos generales. Los informes históricos sobre la maquinaria existente son generalmente conservados en el departamento de contabilidad o en el de conservación.

Departamento de Ingeniería Industrial.- El alcance de la responsabilidad de este departamento es altamente variable y afecta a la parte en que puede intervenir en estudios de esta clase. En último término, proporcionará datos sobre la

efectividad de producción de las máquinas viejas y de las de nuevo equipo. Estos datos consisten en estudios de tiempos, análisis de métodos, hojas de rutas, utilización de materiales, datos sobre herramientas y suministros.

Departamento de Control de la Producción.- Este departamento maneja la fijación de tiempos de fabricación, distribuye órdenes de trabajo y el trabajo de las máquinas. Esta clase de datos serán para la valoración completa de lo que se obtiene con las máquinas viejas y lo que se puede obtener con las nuevas propuestas.

Lo anteriormente expuesto indica la necesidad de la empresa de obtener una amplia consideración y cooperación al tratar los problemas de renovación. A menos que éstos problemas se enfoquen con estas bases, con la participación total de todos a quienes concierne, no obtendremos soluciones aptas con resultados satisfactorios.



### III.5 CAMBIOS A LOS PROCESOS EN UNA LINEA DE PRODUCCION

#### III.5.1 DEFINICION DE UNA LINEA DE PRODUCCION.

La línea de producción ha tomado forma en años recientes. Se le reconoce como el principal medio para producir a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados. Podemos decir que la línea de producción es fundamentalmente una disposición de las áreas de trabajo.

En su concepto más refinado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo en la que las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, en donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonablemente directo. Este total refinamiento en el proceso no es, sin embargo absolutamente necesario.

La producción en línea se basa en los siguientes principios:

1. Principio de la mínima distancia recorrida. Con las áreas de trabajo inmediatamente adyacentes, cada operación comienza donde termina la anterior; cada obrero, toma el trabajo donde lo deja el que le precede.

2. Principio de circulación del trabajo. La circulación implica un movimiento continuo, a un ritmo uniforme, que la línea de producción proporciona. La circulación se mide por el ritmo de producción, mejor que mediante una magnitud específica.

3. Principio de la división del trabajo. El empleo más eficaz de la mano de obra consiste en dar pequeñas y definidas de una tarea a cada uno de los obreros, dividir el trabajo y asignar una operación o especialidad a cada trabajador.

4. Principio de simultaneidad o de operaciones simultáneas. A todo lo largo de la línea los obreros están realizando sus operaciones; desde la primera a la última, a través de las intermedias, se realizan todas simultáneamente, en lugar de terminar de una vez cada operación en todas y cada una de las piezas.

5. Principio de operación en bloque. La línea se considera una sola unidad de producción en la que una serie de operaciones o un grupo de operarios están asignados a un determinado producto. La línea entera funciona como una unidad de producción.

6. Principio de la trayectoria fija. La trayectoria es preestablecida cuando se prepara la línea; así la posibilidad de desviaciones y de trabajo perdido se hace mínima. La idea básica es preparar la trayectoria fija y mantener al material moviéndose sobre ella.

7. Principio del mínimo de tiempo y de material en proceso. La producción en línea permite obtener un flujo rápido de material (mediante una secuencia fija de operaciones) con operaciones simultáneas. Esto garantiza en cada momento un mínimo de tiempo y de material invertido en la unidad de producción.

8. Principio de la intercambiabilidad. La intercambiabilidad de piezas y componentes constituye un imperativo. La producción en línea se beneficia de esta condición de identidad, y, al mismo tiempo, depende de ella en sumo grado.

Hay varios tipos de producción en línea:

Circulación dentro de una máquina o de varias máquinas - integradas en un proceso (automatización).

Líneas esporádicas, dentro de departamentos de procesos o funcionales, preparadas para funcionar intermitentemente.

Montaje en línea con la conformación de piezas y los tratamientos efectuados en departamentos de procesos.

Producción total en línea: conformación, tratamiento y montaje.

Para que una producción en línea sea práctica deben existir ciertos requisitos que son:

1. Cantidad. La cantidad o volumen de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de preparación de la línea. Esto depende, del ritmo de producción y de la duración que -

tendrá la tarea. En cada línea debe elaborarse una sola pieza o producto normalizado o un grupo de productos esencialmente normalizados.

2. Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales. Los tiempos de cada operación, el material y la mano de obra (o ambas) deben sincronizarse mediante un factor de equilibrio común, usualmente llamado "tiempo por estación de trabajo".

3. Continuidad. Una vez puesta en marcha la línea debe continuar circulando, pues la detención en un punto, corta la alimentación al resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento contínuo de material, piezas, submontajes, etc., y para la previsión de las averías del equipo.

111.5.2      METODOS PARA EQUILIBRAR LAS OPERACIONES  
DE CONFORMACION DE MATERIAL

1. Mejorar la operación.

El mejor sistema para equilibrar las líneas de conformación de material es concentrar la atención en las operaciones "cuello de botella", poniendo a los ingenieros de métodos y de utillaje a trabajar en ellas. Cambiando el método (mediante utillaje mejorado, montando dos piezas a un tiempo, eliminando tiempos de manipulación y de otras muchas formas) se pueden reducir los tiempos de máquina al ritmo deseado de producción.

2. Cambiar las velocidades de las máquinas.

A veces es fácil y práctico cambiar las velocidades de las máquinas. Si una operación lenta puede elevarse al ritmo de la línea, el problema está resuelto. También puede ser práctico reducir la velocidad de alguna máquina para igualar su ritmo con otras operaciones. Esto ocurre especialmente con operaciones rápidas y piezas voluminosas que no se almacenan con facilidad, como en muchas líneas de prensas de embutir. Normalmente, es más fácil dejar la máquina parada cierto tiempo y que el operario haga un trabajo cualquiera de banco, manipulación de material, etc.

3. Apilar material y hacer trabajar las máquinas lentas durante horas extraordinarias o en turnos.

Esto sacrifica espacio en el taller y aumenta la cantidad de material en proceso en las operaciones "cuello de botella". Acarrea problemas de supervisión y puede interferir con los trabajos rutinarios de mantenimiento. Es un procedimiento sencillo cuando se tienen sólo una o dos máquinas desequilibradas a causa de su lentitud. No es posible cuando se trabaja en tres turnos.

4. Llevar las piezas en exceso a otras máquinas fuera de la línea.

Esto es también práctico cuando se tienen uno o pocos puntos de contracción en la línea. En ellos se acumulan las piezas en exceso, que son las que la operación lenta no puede hacer a tiempo. Estas piezas se llevan a otra máquina y se trabajan en lote, devolviéndolas a la línea una vez terminadas. Frecuentemente, una máquina cara puede colocarse de forma que sea común a dos o tres líneas, siempre que sea suficientemente rápida y que el cambio de herramientas sea también rápido.

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

## 5. Productos diversos o líneas combinadas.

A veces es posible agrupar productos semejantes y producirlos en una línea combinada. La teoría de este proceso consiste en absorber el tiempo inactivo de máquinas de un producto a otro. La primera operación puede ser la misma para tres piezas; así se utiliza una máquina para las tres. La operación 2 puede ser tres veces más lenta; se emplean tres máquinas, una por pieza. La tercera operación puede absorber respectivamente 0.5, 1.5, y 2 veces el tiempo de la operación 2. Esto significa el empleo de cuatro máquinas una de ellas alternando entre dos piezas. A esta clase de ingenioso equilibrio se le presta más atención cada día.

### III.6 CONSIDERACIONES DE LA MAQUINARIA PARA REEMPLAZO Y SELECCION DEL NUEVO EQUIPO

La línea que proponemos eficientar posee actualmente una baja productividad, y su área de expansión se encuentra muy reducida es por esto que para elevar la productividad nos valdremos de mejoras de métodos e implementación de equipos con lo cual se espera satisfacer tanto al mercado nacional como al extranjero.

Puesto que los estándares de tiempo permiten determinar la capacidad de máquina, un departamento o una planta; proporcionará también la información necesaria para determinar cuánto, y de que tipo deben ser las instalaciones de trabajo para un cierto volumen de producción. Los estándares de tiempo comparativos exactos destacarán también las ventajas de una instalación sobre las de sus competidoras. Por ejemplo, puede ser necesario comprar tres taladros simples adicionales del tipo de banco. Mediante la revisión de los estándares disponibles, se podrá determinar el estilo y el diseño de cada máquina que dará el rendimiento más favorable por unidad de tiempo.

Como hemos visto en capítulos anteriores, la maquinaria que nos puede conducir a "cuellos de botella", es aquella a la que debemos de considerar en este estudio para llevar a cabo mejoras en procesos o reemplazo de las mismas.



III.6.1 COMPARATIVO DE LA MAQUINARIA QUE SE  
ENCUENTRA EN OPERACION ACTUALMENTE Y  
LA QUE SE PROPONE PARA SU REEMPLAZO

A continuación se presenta un panorama de la maquinaria que se tiene en operación actualmente, y que como ya hemos visto, se determinó como "cuello de botella" en ciertos procesos específicos.

Este tipo de maquinaria, posee actualmente una baja -- productividad debido a las condiciones en que esta operando, llamemosle a estas condiciones, en primer lugar: el proceso u operación que estan realizando, en seguida la herramienta que utilizan, o lo que es lo mismo, con que estan trabajando, estos datos deben ser analizados a fondo y sin perder de vista que otro equipo o maquinaria puede reemplazar a la ya existente, ó en su defecto, como se puede mejorar - el proceso .

En seguida tenemos un cuadro en donde se muestran de manera simplificada estos datos.

MAQUINARIA ACTUAL	PROCESO	HERRAMENTACION	MAQUINARIA PROPUESTA.
206. Soldadora Arco Mig Champion.	Soldar los anillos al cuerpo,	Posicionador Planta Arco MIG, Semiautomática,	207. Soldadora Arco Mig. Automática Peck.
202. Torno revólver. W & S 4A.	Maquinar la 2a brida de los cuerpos	Plato de registro y clamp.	224. Torno revólver Gisholt 5L.
201. Torno revólver Gisholt 3L.	Maquinar la 3ra brida de los cuerpos.	Chuck de 4 mor- dazas. Inductor con T. 2 conos de centrado.	224. Gisholt 5L.
201. Torno revólver Gisholt 3L.	Maquinar la 3ra brida de los cuerpos	Chuck de 4 morda- zas. Inductor con 2 conos de centrado	135. Fresadora Cincinnati.
211. Taladro múlti- ple. Natco.	Barrenar la y 2a bridas de los cpos.	Plantilla de barrenado.	213. Taladro Múltiple Natco.
212. Taladro Múlti- ple. Barnes	Barrenar 3ra bda. del cpo. y base inf. del bonete.	Plantilla de barrenado.	211. Taladro múltiple. Natco.
216. Torno revólver Potter & Johnston	Maquinar la 1ra bda. de los cpos.	Expansor neumático.	224. Torno revólver Gisholt 5L.

Tabla III.6 Cuadro descriptivo de la maquinaria actual  
y la maquinaria propuesta para reemplazo.

### 111.6.2 MEJORAS DEL EQUIPO PROPUESTO

En el capítulo anterior se hizo mención a los diagramas hombre-máquina como un medio a través del cual tomar una decisión del equipo que requeriremos, o, como distribuiremos la carga de trabajo con el equipo que tenemos, mismo equipo que se menciona en la tabla 111.6, de esta tabla se extraen las máquinas o equipo tanto actual como propuesto y se hace un análisis más detallado a través de los mismos diagramas hombre-máquina para mostrar las ventajas y versatilidad del nuevo equipo.

Máquina No. 207.

Soldadora Arco Mig. Automática. Peck.

Esta máquina va a desempeñar las mismas funciones que la máquina a la que se propone reemplazar, pero la diferencia radica en que el tipo de sujeción para montar la pieza es neumática, lo que reduce el tiempo y mantiene la presión del apriete, además cuenta con un ciclo automático para soldar 2 anillos mientras que, anteriormente esto se realizaba a mano, lo cual demandaba un mayor tiempo de operación.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES			
DIAGRAMA No 1		HOJA No 1	
PRODUCTO:		RESUMEN	
Cuerpo 12-150 W		ACTUAL	PROPUESTO
PROCESO:		ECONOMIA	
Soldar anillos al cuerpo.			
MAQUINARIAS:		TIEMPO DEL CICLO	
Soldadora Arco Mig.		Hombre	
Champion, No. 20G.		Maquina	
		TIPO DE TRABAJO	
		Hombre	
		Maquina	
		TPO. INACTIVO	
		Hombre	
		Maquina	
		UTILIZACION	
		Hombre	
		Maquina	
OPERARIO:		FICHA No.	
ELABORO: K.F.Z.M.		FECHA: 10-11-86	
TIEMPO (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
2	Inspección y limpieza de laida.	Máquina	2
7	Montaje y verificación de alineación entre anillos.	Inactiva	7
6			6
8	Montaje del cuerpo.		8
10	en máquina		10
12	Soldadoro.		12
14			14
16			16
18			18
20			20
22			22
24	Soldar anillos	Máquina	24
26	al cuerpo.		26
28	(ciclo manual)	Funcionando.	28
30			30
32			32
34			34
36			36
38			38
40	Bajar pieza de dispositivo	Máquina	40
42		Inactiva.	42
44			44
46			46
48			48
50			50

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
DIAGRAMA No 7 HOJA No 1		RESUMEN		
PRODUCTO: Cuerpo 12-150 W		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
PROCESO: Soldar Anillos al cuerpo.	TIEMPO DEL CICLO			
	Hombre	41.0	12.5	
MAQUINAISI: Soldadora Arco Mig. Automática, Peck. No. 207.	Máquina	41.0	12.5	
	TPO. DE TRABAJO			
OPERARIO: ELABORO: REZM	Hombre	41.0	9.5	
	Máquina	20.0	3.0	
FICHA No.	TPO. INACTIVO			
	Hombre	0.0	5.0	
FECHA: 11.10.66	Máquina	41.0	3.5	
	UTILIZACION			
	Hombre	100%	31%	
	Máquina	98%	77%	
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA		TIEMPO (minutos)
1	Inspección y Limpieza			1
2	de cajas.		Máquina	2
3	Montaje y verificación			3
4	de dimensiones entre anillos.		Inactiva.	4
5				5
6	Montaje en			6
7	soldadura.			7
8	(Sujeción neumática)			8
9				9
10	Soldar anillos (Ciclo automático Para 2 Anillos.)		Máquina funcionando.	10
11				11
12	Bajar pieza de dispositivo.		Máquina Inactiva.	12
13				13
14				14
15				15
16				16
17				17
18				18
19				19
20				20
21				21
22				22
23				23
24				24
25				25

Máquina No. 224.

Torno revólver. Gisholt 5L.

La máquina que se propone es capaz de realizar las operaciones que anteriormente se hacían en 3 o hasta en 4 máquinas distintas, para esto se vale de un ingenioso sistema basculante, el cual da la facilidad de montar una sola vez y dejar trabajando la máquina hasta que se termine una operación, y en unos pocos minutos girar la pieza montada y seguir maquinando hasta terminar con todas las operaciones para posteriormente desmontarla y sacarla del basculante. Con esto se ahorra mucho tiempo de montaje, además de espacio de almacenamiento en proceso y movimiento del material dentro de la línea, lo cual significa ahorros en los que se llaman "costos ocultos".

Además de la disponibilidad de maquinaria para otras medidas o procesos, y una mayor fluidez de materiales dentro de la línea.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES			
DIAGRAMA No 6 HOJA No 1		RESUMEN	
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO
Cuerpo 10-300 W.	TIEMPO DEL CICLO		
	Hombre	20	
	Máquina	20	
PROCESO:			ECONOMIA
Maquinar 2ª brida.	TPO. DE TRABAJO		
	Hombre	15	
	Máquina	5	
MAQUINARI:			
Torno Paralelo Warner & Swasay, No. 202.	TPO. INACTIVO		
	Hombre	4	
	Máquina	15	
	UTILIZACION		
	Hombre	45%	
	Máquina	25%	
OPERARIO: FICHA No.			
ELABORO: REZM	FECHA 23-III-66		
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
2	Inspección preliminar.	Máquina inactiva	2
4	Tiempo de preparación.		4
6	Colocar pieza.		6
8	Cambiar pieza.		8
10	Sujetar pieza.		10
12			12
14	Hacer 1er corte.	Máquina funcionando	14
16	1ª inspección.	Máquina inactiva.	16
18	Hacer 2º corte.	Máquina funcionando.	18
20	Inspección final y desmontar pieza	Máquina inactiva.	20
22			22
24			24
26			26
28			28
30			30
32			32
34			34
36			36
38			38
40			40
42			42
44			44
46			46
48			48
50			50

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES			
DIAGRAMA No 2 HOJA No 1		RESUMEN	
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.			
PROCESO:		TIEMPO DEL CICLO	
Maquinar 3ª brida.		Hombre 40.0	
MAQUINARIAS:		Máquina 40.0	
Torno revólver		TED DE TRABAJO	
Gisholt 3L. No. 201.		Hombre 24.0	
		Máquina 16.0	
OPERARIO:		TPO. INACTIVO	
FICHA No.		Hombre 16.0	
ELABORO: REZM		Máquina 24.0	
FECHA: 17. III. 66		UTILIZACION	
		Hombre 65%	
		Máquina 40%	
TIEMPO (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
2	Inspección preliminar.		2
4			4
6	Tiempo de	Máquina	6
8	preparación.	inactiva.	8
10			10
12	Montar pieza.		12
14			14
16			16
18	Maquinar	Máquina funcionando.	18
20	1ª corte.		20
22			22
24	1ª inspección.	Máquina inactiva.	24
26			26
28	Maquinar	Máquina	28
30	2ª corte.	funcionando.	30
32			32
34			34
36	Inspección final.	Máquina	36
38	Desmontar pieza.	inactiva.	38
40			40
42			42
44			44
46			46
48			48
50			50



DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES			
DIAGRAMA No 3 HOJA No 1		RESUMEN	
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.	TIEMPO DEL CICLO		
	Hombre	15.0	
	Maquina	15.0	
PROCESO:	TIPO DE TRABAJO		
Maquinar 1ª brida.	Hombre	6.5	
	Maquina	6.5	
MAQUINARIAS:	TIPO INACTIVO		
Torno revolver.	Hombre	6.5	
Potter & Johnston. No. 216.	Maquina	7.5	
	UTILIZACION		
	Hombre	57%	
	Maquina	43%	
OPERARIO:	FICHA No.		
ELABORO: REZM	FECHA: 15. 11. 66		
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
1 Inspección			1
2 preliminar.		Maquina	2
3 Tiempo de preparación.		inactiva	3
4 Montar piezas.			4
5			5
6 Maquinar		Maquina	6
7 1ª corte.		funcionando.	7
8 1ª Inspección.		Maquina	8
9		inactiva.	9
10 Maquinar		Maquina	10
11 2ª corte.		funcionando.	11
12 2ª Inspección.		Maquina inactiva.	12
13 Maquinar acabado.		Maquina funcionando.	13
14 Inspección final.			14
15 Desmontar pieza.		Maquina inactiva.	15
16			16
17			17
18			18
19			19
20			20
21			21
22			22
23			23
24			24
25			25

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
DIAGRAMA No 8 HOJA No 1		RESUMEN		
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.				
PROCESO:		TIEMPO DEL CICLO		
maquinar 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> bridas. y maquinar cajas.		Hombre	123	
MAQUINARI:		Máquina	163	
Torno revolver. Gibaldt 5L. No. 224.		TPO. DE TRABAJO		
		Hombre	23	
		Máquina	160	
		TPO. INACTIVO		
		Hombre	160	
		Máquina	23	
		UTILIZACION		
		Hombre	12.5%	
		Máquina	87.5%	
OPERARIO:		FICHA No.		
ELABORO: RZCM		FECHA: 23. II. 60.		
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA		TIEMPO (minutos)
2	Inspección y limpieza.			2
4	Montaje			4
6				6
8			Máquina	8
10	Contrado.			10
12			inactiva.	12
14				14
16				16
18				18
20				20
22	Maquinar 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> ,		Máquina	22
24	3 <sup>a</sup> y cajas.		funcionando.	24
26				26
28				28
30				30
32				32
34				34
36				36
38				38
40				40
42				42
44				44
46				46
48				48
50				50
52				52
54				54
56				56
58				58
60				60
62				62
64				64
66				66
68				68
70				70
72				72
74				74
76				76
78				78
80				80
82	Desmontar pieza.		Máquina inactiva.	82
84				84
86				86
88				88
90				90
92				92

Máquina No. 135.

Fresadora, Cincinnati,

Para mejores resultados en las uniones del cuerpo y el bonete, se requiere de un mejor y más rápido acabado en las superficies que se unen de ambas piezas, esto se puede lograr mediante el fresado de las superficies, el cual es más rápido y mejor que un simple torneado, pero dadas las dimensiones de las piezas que se manejan, también, se puede implementar un sistema de 2 estaciones de tal forma que se monte al inicio del turno una pieza y se ponga a trabajar, mientras esto sucede, se puede ir montando una segunda pieza en la segunda estación de tal forma que cuando se termine la primera pieza se gira el sistema y se pone a trabajar la segunda pieza al mismo tiempo que se desmonta la primera y se monta una tercera pieza en la primera estación y así sucesivamente hasta el término del lote.

Con esto se logra una disminución muy grande del tiempo ocioso del operario y se tiene trabajando la máquina la mayor parte del turno.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES			
DIAGRAMA No 9 HOJA No 1		RESUMEN	
PRODUCTO:		ACTUAL	ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.			
PROCESO:		TIEMPO DEL CICLO	
Fresar 3ª brida.		Hombre	35
MAQUINARI:		Máquina	35
Fresadora.		TPO. DE TRABAJO	
Cincinnati. No. 135.		Hombre	0
		Máquina	29
		TPO. INACTIVO	
		Hombre	25
		Máquina	6
		UTILIZACION	
		Hombre	17%
		Máquina	83%
OPERARIO: FICHA No.			
ELABORO: REZ-1 FECHA 25-10-60			
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
2	Inspección preliminar	Máquina inactiva.	2
4	Montar pieza y		4
6	girar 1ª Estación.		6
8			8
10			10
12	Fresa 3ª brida	Máquina	12
14	y		14
16		funcionando.	16
18	Montar 2ª pieza.		18
20			20
22			22
24			24
26			26
28			28
30			30
32			32
34			34
36	Gira 2ª Estación.	Máquina	36
38		inactiva	38
40	Fresar 2ª pieza.		40
42	Montar 3ª pieza.	Máquina	42
44	... etc.		44
46		funcionando.	46
48			48
50			50

Máquina No. 213.

Taladro múltiple, Natco.

El proceso que diferencia al equipo propuesto con el que actualmente se utiliza es el de utilizar un dispositivo que trae fijadas las posiciones de las brocas para el barrenado de la pieza que se trate y por tanto se considera un ahorro de movimientos para la herramienta ya que no se hacen los reglajes individuales de cada brazo, además este taladro posee condiciones mejoradas para su operación hasta con 16 brocas a la vez.

A ésta máquina al igual que a la fresadora se le puede adaptar un sistema similar de 2 estaciones, que, como ya se mostró reduce el tiempo ocioso del operario y aumenta el número de piezas a producir.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
DIAGRAMA No. 4 HOJA No. 1		RESUMEN		
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.		TIEMPO DEL CICLO		
		Hombre	23.0	
		Maquina	23.0	
PROCESO:		TPO. DE TRABAJO		
Barronar 3ª brida.		Hombre	21.0	
		Maquina	9.0	
MAQUINAS:		TPO. INACTIVO		
Taladro Múltiple.		Hombre	9.0	
Natco. No. 211.		Maquina	21.0	
		UTILIZACION		
		Hombre	89%	
		Maquina	16%	
OPERARIO:		FICHA No.		
ELABORO: REZM		FECHA: 2-10-46		
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA		TIEMPO (minutos)
1	Inspección			1
2	preliminar.			2
3				3
4	Tiempo		Máquina	4
5	de			5
6	preparación.			6
7			inactiva.	7
8	Colocar			8
9	plantilla			9
10	a pieza.			10
11				11
12				12
13				13
14				14
15				15
16	Barronar pieza.		Máquina	16
17			funcionando.	17
18	1ª Inspección y		"La máquina solo tiene 2 broces	18
19	girar pieza.		y la brida requiere 16 barrenos".	19
20	Barronar pieza.		Máquina	20
21			funcionando.	21
22	Inspección Final,			22
23	desmontar plantilla		Máquina	23
24	y bajar pieza.		inactiva.	24
25				25
26				26

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES			
DIAGRAMA No 10 HOJA No 4		RESUMEN	
PRODUCTO:		ACTUAL	PROPUESTO ECONOMIA
Cuerpo 12-150 W.	TIEMPO DEL CICLO		
	Hombre	13	
	Maquina	13	
PROCESO:	TPO. DE TRABAJO		
Barranar 1ª brida.	Hombre	7	
	Maquina	6	
MAQUINA(S):	TPO. INACTIVO		
Taladro múltiple.	Hombre	6	
Natco. No. 213.	Maquina	7	
	UTILIZACION		
	Hombre	54%	
	Maquina	76%	
OPERARIO:	FICHA No		
ELABORO: AEZL	FECHA: 23-III-76		
TIEMPO: (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)
1	Inspección		1
2	preliminar.	Máquina	2
3	Montaje 1ª pieza.		3
4		inactiva.	4
5	Giro 1ª estación.		5
6			6
7			7
8	Barranar 1ª brida		8
9	y	Máquina	9
10	montar 2ª		10
11	pieza.	funcionando.	11
12			12
13			13
14	Giro 2ª	Máquina	14
15	estación.	inactiva.	15
16			16
17	Barranar 2ª	Máquina	17
18	pieza y		18
19	montar 3ª	funcionando.	19
20	pieza.		20
21			21
22			22
23			23
24			24
25			25

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES			
DIAGRAMA No 5		HOJA No 1	
PRODUCTO:		RESUMEN	
Cuerpo 12-150 W.		ACTUAL	PROPUESTO
PROCESO:		ECONOMIA	
Barronar 1ras bridas.			
MAQUINARI:			
Taladro múltiple - Barnes, No. 212.			
OPERARIO:			
FICHA No.			
ELABORO: HEZM		FECHA: 16-10-56.	
TIEMPO:		TIEMPO	
(minutos)	OPERARIO	MAQUINA	(minutos)
1	Inspección		1
2	preliminar.		2
3	Tiempo de	Máquina	3
4	preparación.		4
5	Colocar	inactiva.	5
6	plantilla.		6
7	a 1 <sup>ra</sup>		7
8	brida.	Máquina	8
9	Barronar pieza.	funcionando.	9
10	1 <sup>a</sup> Inspección y	Máquina	10
11	girar pieza.	inactiva.	11
12	Barronar	Máquina	12
13	pieza.	funcionando.	13
14	Desmontar plantilla,		14
15	voltear pieza y	Máquina	15
16	colocar plantilla	inactiva.	16
17	a 2 <sup>a</sup> brida.		17
18	Barronar	Máquina	18
19	pieza.	funcionando.	19
20	2 <sup>a</sup> Inspección y	Máquina	20
21	girar pieza.	inactiva.	21
22	Barronar	Máquina	22
23	pieza.	funcionando.	23
24	Inspección final,		24
25	desmontar plantilla	Máquina	25
26	y bajar pieza.	inactiva.	26
27			27
28			28



A continuación tenemos un cuadro donde, a manera de resumen, se muestra la maquinaria propuesta para reemplazo, determinando el proceso específico que va a llevar a cabo, la herramienta que va a utilizar en ese proceso específico, y algunas notas aclaratorias acerca de las ventajas o beneficios que esto nos va a redituar.

MAQUINARIA PROPUESTA.	PROCESO	HERRAMENTACION	OBSERVACIONES
207 Soldadora Arco MIG Automática Peck.	Soldar los anillos al cuerpo.	Sistema automá- tico de cuña de sujeción con pla- tos de registro.	Nuevo proceso completamente automático.
224 Torno revolver Gisholt 5L.	Maquinar 1ra, 2da y 3ra. bdas, y 2 cajas	Chuck basculante con mordazas de sujeción.	En un solo mon- taje se maqui- nan 5 operacio- nes diferentes.
135 Fresadora Cincinnati.	Fresar 3ra brida.	Dispositivo es- pecial de 2 es- taciones para - montaje de 2 piezas.	Una estación puede estar tra- bajando mientras que en la otra se monta la pie- za.
213 Taladro múlti- ple. Natco.	Barrenar 1ra y 2da brida.	Canastilla de barrenado y pla- tos de registro con clamp y dis- positivo espe- cial de 2 esta- ciones.	Una estación pue- de estar traba- jando mientras - que en la otra - se monta la pie- za.
211 Taladro múlti- ple. Natco.	Barrenar 3ra brida del - cuerpo y ba- se inf. del bonete.	plantilla de barrenado	Se reparte la carga de traba- jo.

Tabla III.7 Cuadro descriptivo de la maquinaria propuesta.

### III.6.3 CALCULO DE LA NUEVA CAPACIDAD DE PLANTA.

El cálculo de la nueva capacidad es similar al que ya se mencionó anteriormente, pero en esta ocasión los resultados nos muestran una reducción en las horas que se ocupan por turno lo cual podemos observar en la siguiente tabla.

NO. DE MAQUINA	CUERPO	BONETE	YUGO	TOTAL	NO. DE TURNOS
208	3148	----	----	3148	2
207	575	----	----	575	1
205	----	2992	----	2992	2
202	929	----	----	929	1
224	1710	----	----	1710	1
201	453	----	----	453	1
135	1947	----	----	1947	1
209	910	----	----	910	1
221	3000	1000	750	4750	3
210	480	----	----	480	1
211	4384	1742	----	5626	3
213	1069	----	----	1069	1
222	1500	750	----	2250	2
212	4384	1742	----	5626	3
214	----	2000	1500	3500	2
215	----	124	4018	4142	3
218	2526	----	----	2526	2
216	1400	----	----	1400	1
223	----	----	1215	1215	1

Tabla III.8 Capacidad de máquinas propuestas.

#### CAPITULO IV.- CONCLUSIONES

Se puede asegurar que con la implementación de las nuevas máquinas se cumplirá con la producción que se pronostica para el año de 1986, reduciendo el número de turnos según se muestra en las tablas III.5 y III.8 de capacidad de planta.

El hecho de implementar el equipo, no es suficiente para lograr éste objetivo, por lo que conjuntamente con dicha implementación será necesario mejorar los métodos de trabajo. Con ello se lograrán dos cosas a la vez, una es tener equipo más versátil y de mayor rapidéz, y la otra es que las máquinas que se reemplacen puedan ser ocupadas para otros procesos, y se pueden evitar de ésta manera, los " cuellos de botella " .

Con la implementación del equipo y la mejora de métodos de trabajo, no solo se logrará satisfacer la producción pronosticada, sino que además se obtendrá una mayor productividad.

Este incremento al índice de productividad justifica, por sí solo, la implementación del equipo y la mejora de trabajo, ya que nos da la pauta para proyectar futuras demandas, y de ésta forma se abre una amplia y atractiva perspectiva -

de ventas. Además como se mencionó anteriormente se tiene la posibilidad de proyectar el producto al mercado internacional.

Con los nuevos métodos de trabajo se está logrando - también mejorar el factor calidad, obteniendo mejores acabados y una presentación más estética del producto, por otra parte, cabe destacar las ventajas que se le brindan al operador, el cual labora con condiciones de trabajo mejoradas que a su vez le brindan seguridad.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Ingeniería de la Producción Industrial,  
Maynard, Ed. reverté. 1982
  
- Estudio de tiempos y movimientos.  
M.A. Mundel. CECSA. 1963
  
- Ingeniería Industrial.  
Nivel. Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1981
  
- Procesos de Manufactura.  
Amstead, Ostwald & Begeman. CECSA. 1984.